Etude de la population d'omble de fontaine *Salvelinus fontinalis (Mitchill)* du lac Laflamme, réserve faunique des Laurentides (Québec)

G. Verreault et C. Langlois

Fisheries
LIB
DEC
BIBLI
Pê.i.

Direction de la Recherche sur les Pêches
Ministère des Pêches et des Océans
901 Cap Diamant, C.P. 15500
Québec, (Québec) G1K 7Y7

Août 1984

[CANADIAN TECHNICAL REPORT OF FISHERIES & AQUATIC SCIENCES

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques
No 1316

86-01526/

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Ces rapports contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution importante aux connaissances actuelles mais qui, pour une raison ou pour une autre, ne semblent pas appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Il n'y a aucune restriction quant au sujet, de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du Ministère des Pêches et des Océans, notamment gestion des pêches, techniques et développement, sciences océaniques et environnements aquatiques, au Canada.

Les Rapports techniques peuvent être considérés comme des publications complètes. Le titre exact paraîtra au haut du résumé de chaque rapport, qui sera publié dans la revue *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* et qui figurera dans l'index annuel des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1-456 de cette série ont été publiés à titre de Rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457-714, à titre de Rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715-924 ont été publiés à titre de Rapports techniques du Service des pêches et de la mer, Ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom de la série a été modifié à partir du numéro 925.

La page couverture porte le nom de l'établissement auteur où l'on peut se procurer les rapports sous couverture cartonnée.

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

These reports contain scientific and technical information that represents an important contribution to existing knowledge but which for some reason may not be appropriate for primary scientific (i.e. *Journal*) publication. Technical Reports are directed primarily towards a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries management, technology and development, ocean sciences, and aquatic environments relevant to Canada.

Technical Reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report will be abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and will be indexed annually in the Department's index to scientific and technical publications.

Numbers 1-456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457-714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715-924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Details on the availability of Technical Reports in hard copy may be obtained from the issuing establishment indicated on the front cover.

Rapport technique canadien des
sciences halieutiques et aquatiques

Août 1984

ÉTUDE DE LA POPULATION D'OMBLE DE FONTAINE SALVELINUS FONTINALIS (MITCHILL) DU LAC LAFLAMME, RESERVE FAUNIQUE DES LAURENTIDES (QUEBEC)

par

G. Verreault[1] et C. Langlois[2]
Direction de la Recherche sur les Pêches
Ministère des Pêches et des Océans
C.P. 15 500
901 Cap Diamant
Québec (Québec)
G1K 7Y7

1 Biologiste conseil, 4, rue Duvernay, Beauport, QC, G1E 3G7
2 Ministère des Pêches et des Océans, Direction de la Recherche, 901 Cap Diamant, Québec, QC, G1K 7Y7

PRÉFACE

Le ministère des Pêches et des Océans, poursuit depuis 1981 un programme spécial de recherche sur les effets des précipitations acides sur le milieu aquatique au Québec. Le présent rapport fait état de résultats obtenus dans le cadre d'une étude réalisée au lac Laflamme, dans la réserve faunique des Laurentides. Plusieurs organismes (Environnement Canada, Université Laval, ministère des Pêches et des Océans, INRS-Eau, Environnement Québec) poursuivent sur ce site un programme multidisciplinaire de recherche visant à étudier les effets des précipitations acides sur l'écosystème aquatique des forêts boréales. Dans le cadre de ce programme de recherche, le ministère des Pêches et des Océans possède le mandat d'étudier la population d'Omble de fontaine (Salvelinus fontinalis), seule espèce de poisson présente dans ce lac.

Ministère des Approvisionnements et Services Canada. 1983
No de catalogue Fs 97-6/1316 F ISSN 0706-6570.

On devra référer comme suit à cette publication:

Verreault, G. et C. Langlois. 1984. Étude de la population d'Omble de fontaine Salvelinus fontinalis (Mitchill) du lac Laflamme, Réserve faunique des Laurentides (Québec). Rapp. techn. can. sci. halieut. aquat. no. 1316 F: vii + 61 p.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
LISTE DES TABLEAUX	iv
LISTE DES FIGURES	v
LISTE DES ANNEXES	vi
RÉSUMÉ	vii
ABSTRACT	viii
1.0 INTRODUCTION	1
2.0 DESCRIPTION DU SITE D'ÉTUDE	1
3.0 MATÉRIEL ET MÉTHODES	4
3.1 Etude de la reproduction	4
3.2 Etude de la dynamique de la population	5
4.0 RÉSULTATS ET DISCUSSION	7
4.1 Mortalité massive	7
4.2 Densité et structure de population	10
4.2.1 Estimation de population	10
4.2.2 Structure d'âge	10
4.3 Croissance	16
4.4 Relation longueur-poids et coefficients de condition	21
4.5 Reproduction et fécondité	24
4.5.1 Localisation des frayères	24
4.5.2 Période de frai	24
4.5.3 Fécondité	25
5.0 CONCLUSION	29
REMERCIEMENTS	32
BIBLIOGRAPHIE	32
ANNEXES	37

LISTE DES TABLEAUX

Tableau		Page
1	Moyennes annuelles de quelques paramètres chimiques du lac Laflamme	4
2	Calcul de l'estimation de population selon la méthode de Schnabel modifiée	11
3	Distribution des classes d'âge dans les différentes stations d'échantillonnage de juillet 1983	15
4	Longueur et poids moyens des individus capturés en septembre 1982 et en juillet 1983	17
5	Coefficients de condition et rapports gonado-somatiques moyens des individus capturés en septembre 1982 et en juillet 1983	22
6	Coefficients de condition et rapports gonado-somatiques moyens de trois populations de la réserve des Laurentides	23
7	Taux de fécondité et diamètre moyen des oeufs	31

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
1	Localisation du bassin versant du lac Laflamme (d'après Papineau, 1983)	2
2	Carte bathymétrique du lac Laflamme et limite de distribution de Nuphar variegatum	3
3	Localisation des stations d'échantillonnage (juillet 1983) et des frayères au lac Laflamme	6
4	Distribution des fréquences de longueurs et d'âges des individus recueillis lors de la mortalité massive de 1981	8
5	Distribution des fréquences d'âges des individus capturés à l'été 1983	13
6	Distribution des fréquences de longueurs des individus capturés à l'été 1983	14
7	Courbe de croissance des individus capturés en juillet 1983	18
8	Courbes de croissance des mâles, des femelles et de l'ensemble des géniteurs capturés en septembre 1982	19
9	Relations longueur-poids pour l'ensemble des individus et pour chacun des sexes	21
10	Activité de frai et températures de l'eau enregistrées au cours des automnes 1982 et 1983	26
11	Distribution des fréquences d'âges des géniteurs	27
12	Distribution des fréquences de longueurs des géniteurs: (a) femelles, (b) mâles, (c) ensemble des individus	29
13	Relations longueur-fécondité et poids-fécondité	30

LISTE DES ANNEXES

Annexe		Page
1	Calendrier d'échantillonnage (automne 1982)	38
2	Résultats de la pêche (automne 1982)	39
3	Stades de maturation des gonades (selon Nicholski, 1930)	40
4	Mesures des poissons capturés à l'automne 1982	41
5	Résultats de la pêche (été 1983)	43
6	Mesures des poissons capturés à l'été 1983	45
7	Rétrocalcul de la longueur moyenne à la fourche chez les mâles capturés à l'automne 1982	58
8	Rétrocalcul de la longueur moyenne à la fourche chez les femelles capturées à l'automne 1982	59
9	Rétrocalcul de la longueur moyenne à la fourche chez tous les individus capturés à l'automne 1982	60
10	Courbes de croissance établies à partir des rétrocalculs pour les individus capturés à l'automne 1982	61

RÉSUMÉ

Verreault, G. et C. Langlois. 1984. Étude de la population d'omble de fontaine, Salvelinus fontinalis (Mitchill) du lac Laflamme, Réserve faunique des Laurentides (Québec). Rapp. techn. can. sci. halieut. aquat. no. 1316 F: vii + 61 p.

La cueillette de données de base sur la population d'omble de fontaine (Salvelinus fontinalis), Mitchill, seule espèce présente dans le lac Laflamme, a été effectuée à l'automne 1982 et à l'été 1983. La durée de la période de frai à l'automne 1982 a été d'environ 1 mois, soit du 17 septembre au 15 octobre. Le nombre maximum de géniteurs observé à un même moment sur l'ensemble des frayères a été de 460 individus en 1982 et 530 individus en 1983. Les frayères sont aménagées sur le littoral du lac à des profondeurs variant entre 15 cm et 1 m. Les relations longueur- fécondité et poids-fécondité représentées respectivement par les équations $\log F = -1.209 + 1.550 \log L$ et $\log F = 1.1915 + 0.602 \log P$, et le taux de fécondité (nombre d'oeufs par kg) indiquent que la population du lac Laflamme a une fécondité légèrement inférieure à celles d'autres populations de la réserve faunique des Laurentides. La mortalité massive de plus de 500 individus, survenue au printemps 1981, a provoqué une baisse du nombre d'individus dans les jeunes classes d'âge de la population. L'acidité des eaux (pH = 4,6), l'anoxie à des profondeurs supérieures à 1 m (O_2 < 1,5 mg/l) et les fortes concentrations d'aluminium total (210 µg/l) enregistrées simultanément au cours du mois d'avril 1981 sont possiblement à l'origine de cette mortalité. L'estimation de la population actuelle, telle que calculée par la méthode de Schnabel modifiée, est de 1968 poissons (1518 à 2725; coefficient de 95%). Une diminution de la densité, reliée à la mortalité de 1981, a sans doute engendré une baisse de la compétition intraspécifique et une plus forte croissance des individus. Les femelles ont une croissance plus rapide que les mâles. Enfin, les individus capturés en juillet 1983 affichent généralement une meilleure condition que les géniteurs capturés en septembre 1982.

ABSTRACT

Verreault, G. et C. Langlois. 1984. Étude de la population d'omble de fontaine, Salvelinus fontinalis (Mitchill) du lac Laflamme, Réserve faunique des Laurentides (Québec). Rapp. techn. can. sci. halieut. aquat. no. 1316 F: vii + 61 p.

Basic data was collected on the Lac Laflamme brook trout population, the only species found in the lake, during the fall of 1982 and the summer of 1983. The spawning period in 1982 was between September 17th and October 15th. The maximum number of spawners observed at one time on the spawning sites was 460 individuals in 1982 and 530 in 1983. Spawning sites were distributed in the littoral zone at depths of 0,15 to 1,00 m. The length-fecundity and weight-fecundity relationships, expressed by equations $\log F = -1,209 + 1,550 \log L$ and $\log F = 1,1915 + 0,602 \log P$, respectively together with the fecundity rate (number of eggs/kg) indicated that Lac Laflamme's population fecundity is somewhat lower than that of other populations of the Laurentide reserve. The massive mortality of more than 500 individuals during the spring of 1981 has created a major gap within the lower age classes of the population. Water acidity (pH = 4,6), anoxia at depths over 1 m (O_2 < 1,5 mg/l) and high concentrations of total aluminum (210 µg/l) simultaneously registered during April 1981 may have caused this mortality. The population was estimated to be 1968 fish (1518 to 2725; coefficient of 95%, as calculated by a modified Schnabel method). A decrease in density and in intraspecific competition, related to the above mentioned mortality, has undoubtedly induced a better growth of individuals. Females have a higher growth rate than males. Individuals captured in July 1983 were in better condition than spawners captured in September 1982.

1.0 INTRODUCTION

L'impact des précipitations acides sur les écosystèmes aquatiques a fait l'objet de nombreuses recherches, tant sur le continent européen qu'en Amérique du Nord. Plusieurs de ces études ont souligné l'importance des effets de l'acidification des milieux aquatiques sur la faune ichtyenne. De nombreux cas de disparition de populations ichtyennes ont été signalés, notamment en Suède (Almer et coll., 1974), en Norvège (Jensen et Snekvik, 1972), aux Etats-Unis (Schofield, 1977; Pfeiffer et Festa, 1980) et en Ontario (Beamish et Harvey, 1972; Beamish, 1974; Harvey et Lee, 1980).

L'acidification des milieux aquatiques affecte les poissons de plusieurs façons et à différents stades de développement. L'abondance des géniteurs, le développement des gonades, la production d'oeufs, la mortalité des oeufs et des alevins et la croissance des individus sont autant d'aspects pouvant être modifiés par l'acidité du milieu (Spry et coll., 1981). Aussi l'action synergique de l'acidité et des métaux toxiques tel l'aluminium peut perturber le métabolisme du calcium et altérer les branchies, affectant ainsi les échanges gazeux et les échanges ioniques (Leivestad, 1982).

Au Québec, les régions du bouclier canadien se caractérisent par une très grande sensibilité aux précipitations acides (Shilts, 1981; Bobée et coll., 1982; Langlois et coll., 1983). Quelques études effectuées sur le territoire du parc des Laurentides, semblent indiquer une détérioration des populations de poissons dans les lacs acidifiés (Charette et Lagacé, 1981; U.S./ Canada Work group, 1981; Moreau et coll., 1982).

La présente étude s'intègre dans un programme de recherche multidisciplinaire, dont le but est de déterminer l'impact des précipitations acides sur un écosystème aquatique des forêts boréales. Les objectifs de ce programme sont d'évaluer l'état actuel (stade de préacidification) des différentes composantes chimiques et biologiques de cet écosystème et de suivre l'évolution de ces composantes à travers le processus d'acidification.

Nous avons entrepris à l'automne 1982 l'étude ichtyologique du lac Laflamme par une première phase portant essentiellement sur la reproduction de l'omble de fontaine (Salvelinus fontinalis), seule espèce observée dans ce lac. L'étude s'est poursuivie à l'été 1983, par la récolte de données de base sur la dynamique de cette population. Ce rapport présente les résultats concernant la densité et la structure de population, la croissance et la condition des individus, les sites de frai, le comportement des géniteurs, ainsi que le taux de fécondité.

2.0 DESCRIPTION DU SITE D'ÉTUDE

Le lac Laflamme est situé à la Forêt Montmorency dans la réserve faunique des Laurentides à 80 km au nord de la ville de Québec (47°19' Lat. N, 71°07' Long W) (figure 1). Ce lac de tête, dont l'altitude est de 800 m, a une superficie de 0,06 km^2 et des profondeurs maximale et moyenne respectives de 5,30 m et 2,05 m (figure 2). Cette région reçoit des précipitations annuelles de 1,500 mm dont le pH moyen est de 4,6. La température moyenne annuelle est de 0,1°C et la période de gel est d'environ 230 jours. Le lac est emprisonné sous les glaces du début novembre à la mi-mai.

Le bassin du lac Laflamme fait partie de la zone climacique de la sapinière à bouleau blanc. Le sapin baumier (Abies balsamea) constitue l'espèce dominante dans une proportion de 90% alors que l'épinette blanche (Picea glauca) et le bouleau à papier (Betula papyrifera) complètent ce peuplement (Plamondon, 1982). Des tourbières occupent les extrémités est et ouest du lac. En saison estivale, les hydro-macrophytes telles que

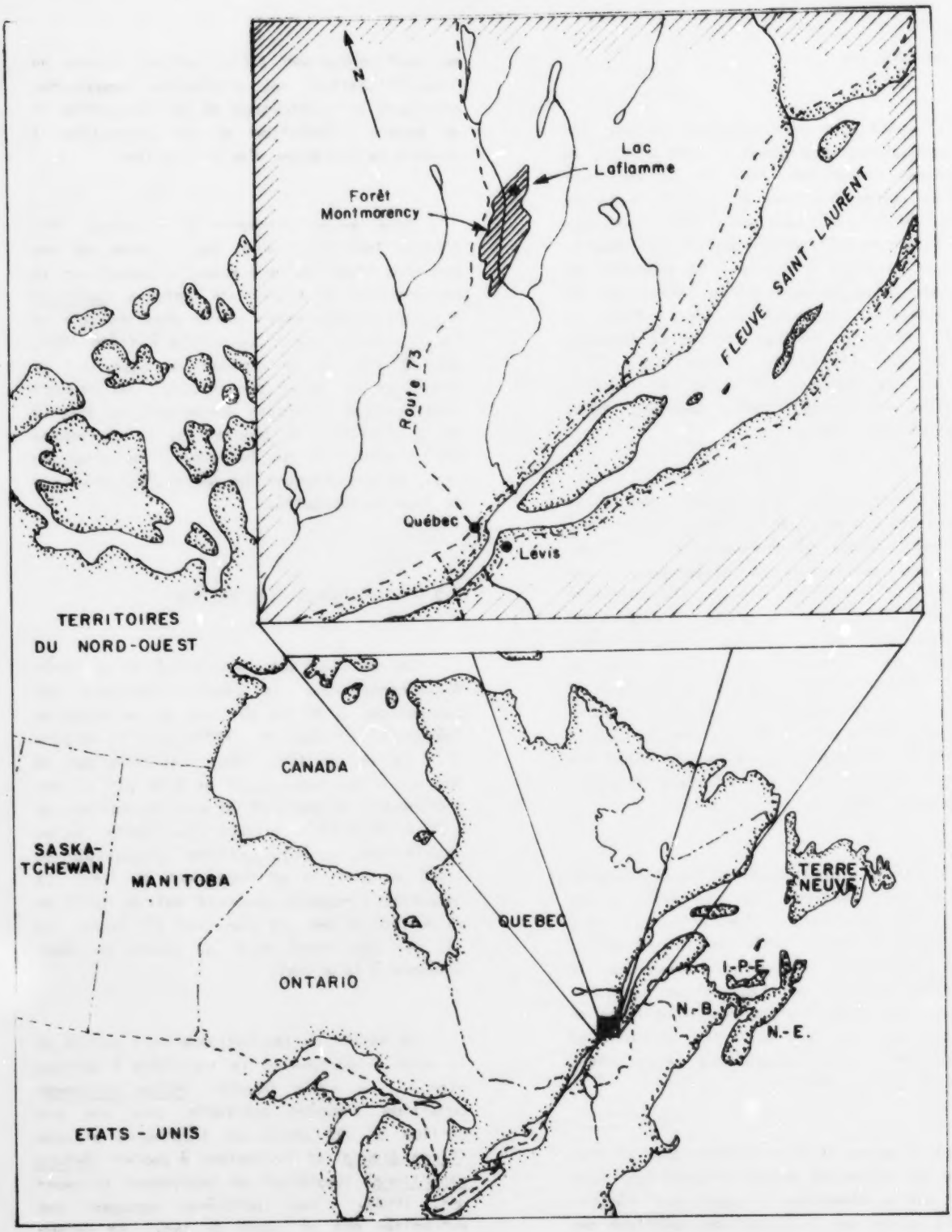


Figure 1 Localisation du bassin versant du lac Laflamme (d'après Papineau, 1983).

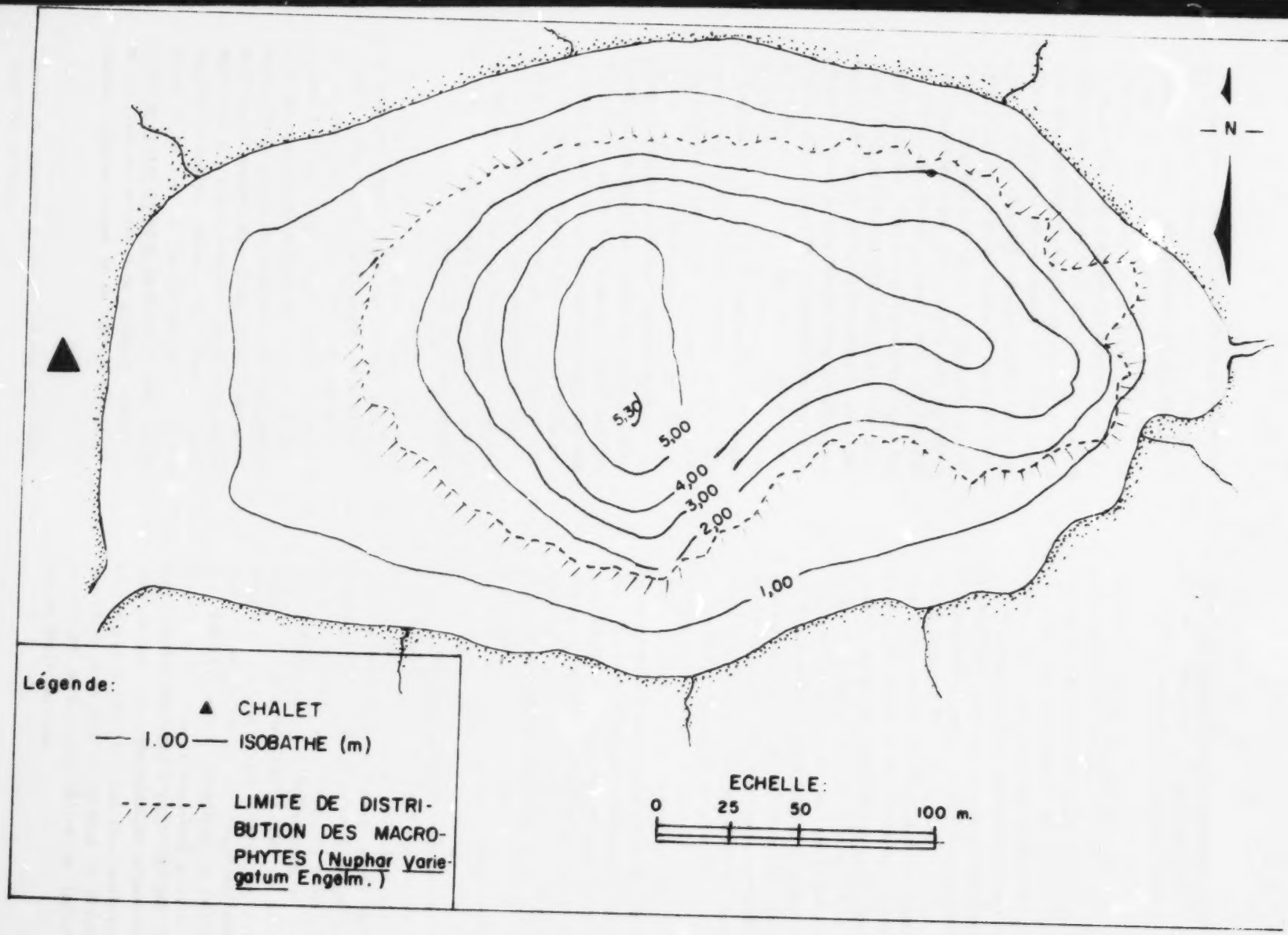


Figure 2 Carte bathymétrique du lac Laflamme et limite de distribution de Nuphar variegatum.

Nuphar sp., Nymphea sp., Potamogeton sp., Chara sp., Myriophyllum sp. occupent près de 20% de la superficie du lac (Ouellet, 1981).

Les eaux du lac Laflamme présentent des caractéristiques chimiques (tableau 1) similaires à celles de l'ensemble des lacs du bouclier canadien à savoir: une conductivité moyenne annuelle inférieure à 33 µmhos/cm et une alcalinité moyenne inférieure à 200 µeq/l (Bobée et coll., 1982). Selon Aitshuller et McBean (1979), ces valeurs témoignent d'une haute sensibilité à l'acidification. Bien que les moyennes annuelles de pH indiquent que le lac n'est pas acide, les valeurs extrêmes de pH (4,6) et d'aluminium total (210 µg/l) enregistrées lors de la fonte printanière (1981), peuvent représenter une menace à la survie des oeufs et des alevins. Ces stades sont les plus sensibles du cycle vital de l'omble de fontaine (McKim, 1977).

Tableau 1: Moyennes annuelles de quelques paramètres chimiques du lac Laflamme (minimum et maximum) (d'après Papineau, 1983)

	1981*	1982*
pH	6,1 (4,6-6,7)	6,3 (5,6-6,7)
Alcalinité µéq $CaCo_3$/l	92,0 (22,0 - 158,0)	134,0 (72,0 - 198,0)
SO_4 µéq/l	95,8 (64,5 - 195,7)	77,0 (62,5 - 104,1)
Conductivité µmhos/cm	20 (14-29)	28 (21-36)

* Prélèvements hebdomadaires

3.0 MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1 Étude de la reproduction

Les travaux de terrain ont débuté le 31 août pour se terminer le 15 octobre 1982 (annexe 1). Durant toute la période d'échantillonnage, l'observation se faisait à partir d'une chaloupe et en plongée libre. Les dimensions et l'aspect général des frayères, le type de substrat ainsi que quelques particularités du comportement des géniteurs ont été notés. Nous avons estimé le nombre de géniteurs au-dessus des nids. Cette estimation découle d'un comptage approximatif fait par deux observateurs, dans le but de donner une idée du degré d'activité à divers moments au cours de la saison de frai. Nous procédions à cet inventaire le matin au début de chaque visite (avant 10 h). La température de l'eau était également notée à ce moment à l'aide d'un conductivimètre YSI modèle 33.

Les spécimens récoltés ont été capturés avec un filet maillant de nylon multifilament de 45,5 m de long par 1,8 m de haut. Ce filet est muni de 6 sections égales de 7,6 m dont les grandeurs de mailles successives sont de 38, 51, 64, 76, 89 et 102 mm. Il a été utilisé directement sur les frayères (2 à 5 minutes à chaque fois), et à l'extrémité est du lac où nous avions préalablement observé un rassemblement de géniteurs.

Les travaux ont aussi permis de vérifier l'efficacité des verveux prévus pour l'échantillonnage de l'été 1983. Ces verveux se composent d'une cage dont l'entrée mesure 1,06 m de haut par 1,83 m de large et de deux ailes mesurant respectivement 10 et 15 m de long par 2 m de haut. La longueur de maille étirée est de 1,0 cm pour les ailes et 1,7 cm pour la cage. Un premier verveux a été installé à l'extrémité est du lac, et un autre entre les 2 frayères près de la rive nord. L'effort de pêche pour chaque verveux est de 99 heures à l'est et 93 heures au nord (annexe 2).

Au total, 59 poissons ont été sacrifiés. Sur chaque individu nous avons mesuré la longueur totale et à la fourche[1], le poids frais (balance à ressort de marque Pesola, précision au gramme) et le poids des gonades (balance de marque Sartorius, modèle 1219 MP, précision au centième de gramme). Le sexe a été déterminé et le degré de maturité établi selon l'échelle de Nicholski (annexe 3). Le nombre d'oeufs a été déterminé par comptage direct sur les deux gonades. Le diamètre des oeufs a été mesuré selon la méthode décrite par Vladykov (1956). L'âge a été établi à partir des otolithes au moyen d'un binoculaire (grossissement 12X). Les otolithes ont été lues par deux lecteurs. Les données divergentes après deux séries de lectures ont été rejetées. Les mesures des poissons capturés à l'automne 1982 sont reproduites en annexe (4).

À l'aide d'une échelle micrométrique, nous avons mesuré le rayon R de l'otolithe (distance nucléus-marge extérieure) et les rayons R_i pour chaque annulus. Ces mesures étaient prises sur une droite reliant le centre du nucléus au milieu du lobe dorsal. La relation entre la longueur totale (L) des poissons et le rayon R des otolithes a été établie sous la forme logarithmique (Bagenal, 1978):

$$\log L = \log a + b \log R$$

Cette équation a permis d'estimer (par rétrocalcul) la longueur qu'avaient les individus lors de la formation des divers annuli.

Les relations longueur-poids, longueur-fécondité et poids-fécondité ont été établies. Nous avons aussi calculé les coefficients de condition (K_1 et K_2) et le rapport gonado-somatique (RGS):

$$K_1 = \frac{100 \text{ (poids total (g))}}{\text{longueur}^3 \text{ (cm)}}$$ (Fulton, 1911, dans Bagenal, 1978)

$$K_2 = \frac{100 \text{ (poids total - poids des gonades)}}{\text{longueur}^3 \text{ (cm)}}$$

$$RGS = \frac{100 \text{ (poids des gonades (g))}}{\text{poids total - poids des gonades (g)}}$$

La comparaison de l'indice K_1 avec le coefficient de condition K_2 nous donne une idée des réserves utilisées dans la maturation des gonades.

3.2 Étude de la dynamique de la population

Les opérations de captures-recaptures se sont déroulées entre le 18 et le 29 juillet 1983 (annexe 5). Les poissons ont été capturés à l'aide de 4 verveux placés au hasard sur le littoral. Comme on le constate à la figure 3, ces verveux furent utilisés par groupes de deux, adossés l'un à l'autre de façon à intercepter les individus provenant des deux côtés des sites d'échantillonnage (déplacement parallèle à la rive). Le "X" au centre du lac montre l'endroit où les poissons étaient libérés, après chaque séance de mesure. La position des verveux était modifiée à tous les deux jours.

Les poissons ont été anesthésiés dans un bassin contenant du MS 222. Nous avons marqué chaque individu par l'ablation partielle de la nageoire adipeuse et nous avons noté la longueur totale, la longueur à la fourche, et le poids (annexe 6). Après les prélèvements, les poissons ont été désinfectés au vert de malachite, puis transférés dans un bassin de récupération avant leur remise en liberté. Pour la détermination de l'âge, des écailles ont été prélevées au-dessus de la ligne latérale, derrière la nageoire dorsale. Les écailles ont été lues à deux reprises par un seul lecteur. Une deuxième série de lecture a été effectuée sur les écailles montrant des résultats divergents. Lorsque la divergence persistait après deux séries de lecture la donnée était rejetée.

[1] Seule la longueur à la fourche est utilisée dans les calculs.

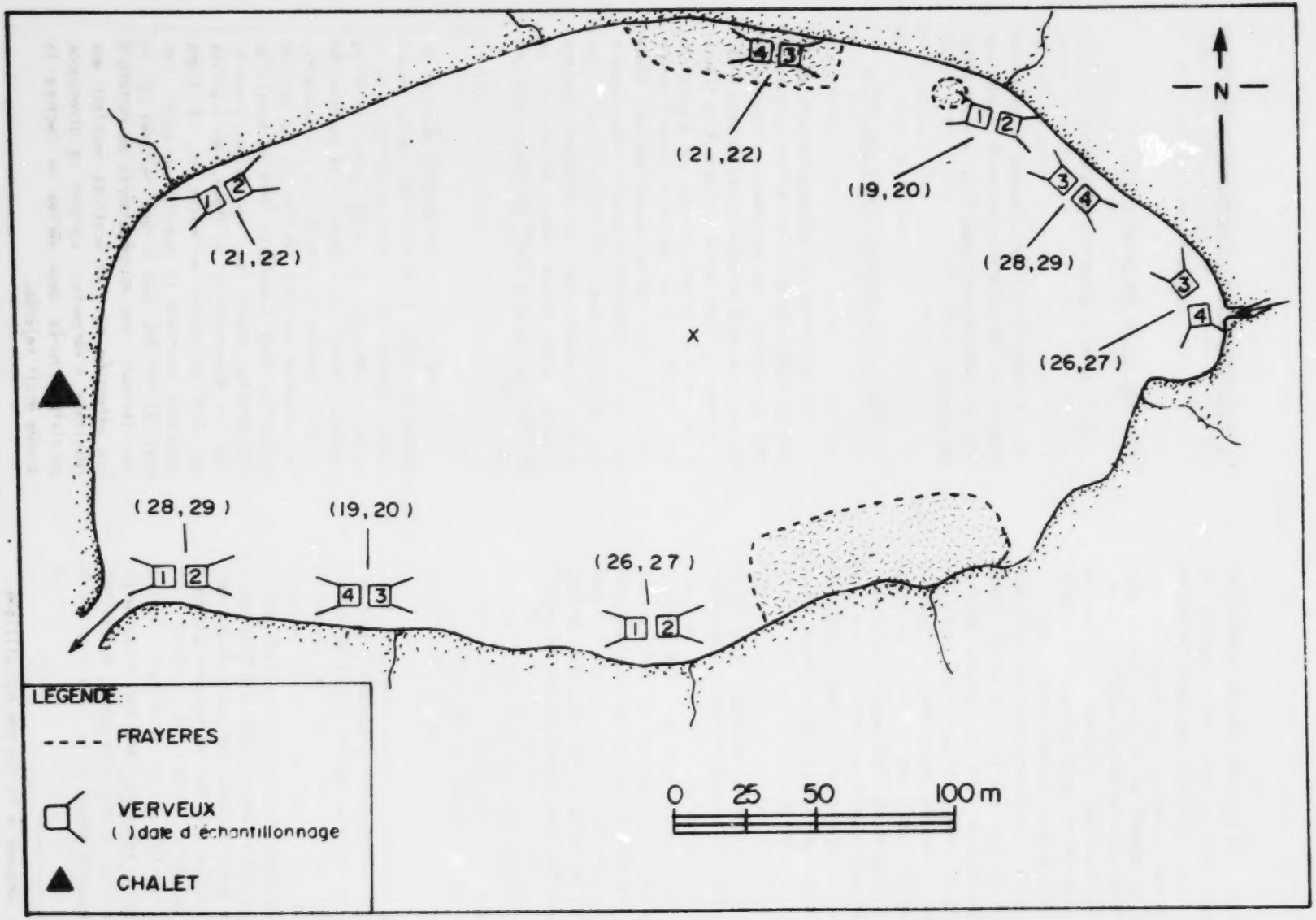


Figure 3 Localisation des stations d'échantillonnage (juillet 1983) et des frayères au lac Laflamme.

Nous avons sacrifié une quinzaine d'individus sur lesquels otolithes et écailles ont été prélevés afin de comparer les deux méthodes de détermination de l'âge. Sur les douze spécimens où nous avons pu déterminer à la fois les âges scalaire et otolitique, onze présentèrent des résultats identiques après une série de lecture (92% de concordance). Ceci indique que pour cette population la méthode scalaire s'avère suffisamment précise.

Dans le but d'obtenir une mesure de la densité d'alevins, nous avons échantillonné à la seine, plusieurs zones du littoral. Toutefois, cette méthode s'est avérée inefficace car il était impossible de manoeuvrer adéquatement la seine en raison de l'épaisseur des sédiments et de la présence de nombreux troncs d'arbres sur le littoral.

4.0 RÉSULTATS ET DISCUSSION

4.1 Mortalité massive

Avant d'aborder la présentation des résultats, il nous faut souligner qu'une mortalité massive survenue au printemps de 1981 a sans aucun doute influencé la plupart des paramètres de l'étude. Ce phénomène est apparu au début du mois de juin quelque temps après le départ des glaces (Labonté D., comm. pers.). Plusieurs centaines de poissons en état de décomposition ont alors été observées, flottant à la surface ou gisant sur le fond. Selon les informations recueillies, il s'agissait surtout d'adultes, de taille supérieure à 150 mm. Dans un échantillon de 22 spécimens recueillis lors de l'hécatombe, il n'y avait qu'un seul individu de longueur inférieure à 170 mm (figure 4a). L'âge de ces poissons variait de 2 à 4 ans (figure 4b).

Casselman et Harvey (1975) ont observé deux cas de mortalité sélective lors d'une étude sur les phénomènes de "winterkill" (mortalité massive occasionné par des concentrations critiques d'oxygène sous la glace). À la suite de mortalité massive, les auteurs ont noté des diminutions significatives de la longueur moyenne et de l'âge moyen de deux populations de grand brochet (Esox lucius). De leur coté, Bennett (1948) et Ricker (1949) ont fait respectivement les mêmes observations chez des populations de chatte de l'est (Notemigonus crysoleucas) et d'achigan à grande bouche (Micropterus salmoides). Chez Salvelinus fontinalis des tests de tolérance effectués en laboratoire ont montré que les individus de petites tailles résistaient mieux aux faibles concentrations d'oxygène que les individus de grande taille (Job, 1955). Bien que les résultats ne nous permettent pas de le confirmer, il est possible que le même type de mortalité sélective se soit produit au lac Laflamme.

Le lac Laflamme possède plusieurs caractéristiques en commun avec certains lacs où sont observés des phénomènes de "winterkill". Parmi ces caractéristiques on note (Barica, 1977; Barica et Mathias, 1979):

- recouvert de glace pendant une période relativement longue,
- l'épaisseur de la neige sur la glace supérieure à 15 cm,
- de faibles profondeurs moyenne et maximale,
- dépourvu d'entrée de surface permanente,
- une grande productivité des hydromacrophytes (Ouellet, 1981; Jauron et Labonté, 1981), qui entraîne une forte respiration lorsque les conditions de lumière sont minimales.

Ces conditions physiques et biophysiques particulières combinées aux conditions défavorables d'oxygène, de pH et d'aluminium rencontrées simultanément au début de la fonte printanière en 1981, seraient nous le pensons, à l'origine de cette mortalité. Les concentrations moyennes d'oxygène dissous mesurées au centre du lac du 16 février au 5 mai 1981 sont les suivantes (Papineau, M., comm. pers.):

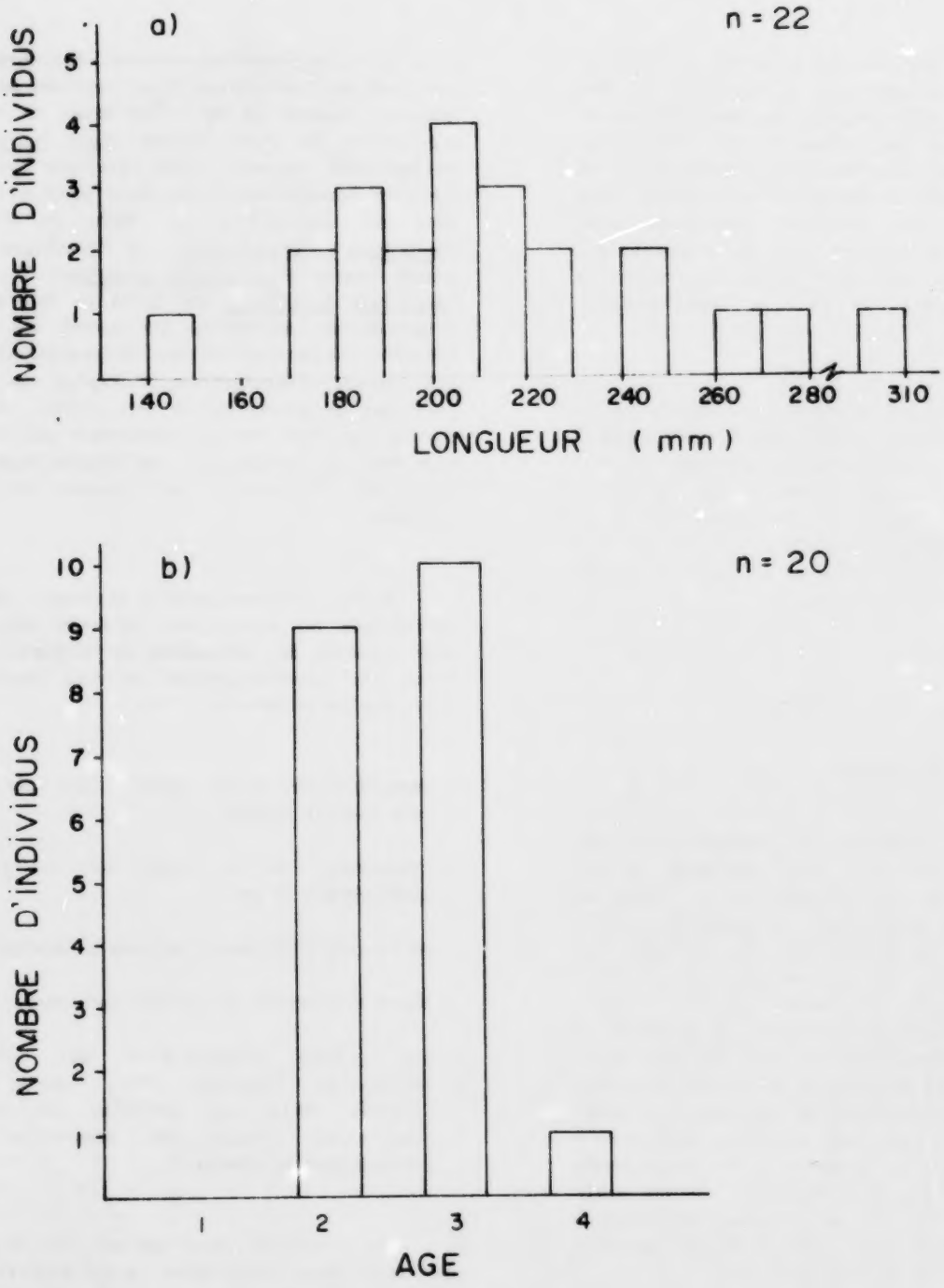


Figure 4 Distribution des fréquences de longueurs (a) et d'âges (b) des individus recueillis lors de la mortalité massive de 1981.

Profondeur m	O_2 mg/l	(minimum-maximum)
0,5	11,3	(9,7-13,3)
1	7,1	(4,5-11,8)
2	1,8	(1,2- 2,8)
3	1,1	(0,6- 1,9)
4	0,7	(0,4- 1,2)

C'est à cette période de l'année que l'on rencontre au Lac Laflamme les plus basses concentrations d'oxygène. On remarque qu'à 1 mètre de profondeur, le taux d'oxygène dissous est descendu jusqu'à 4,5 mg/l alors qu'à 2 mètres, la concentration se situe régulièrement en dessous de 2 mg/l. Cette dernière concentration est généralement considérée comme seuil critique pour la survie des poissons (Wetzel, 1983).

En ce qui concerne le pH et l'aluminium, les valeurs enregistrées à chaque semaine du 16 février au 5 mai 1981 sont:

Date	pH[1]	Aluminium total µg/l
16 février	5,6	90
23 février	5,3	170
2 mars	4,9	180
9 mars	5,1	160
16 mars	5,5	60
23 mars	5,9	100
30 mars	5,5	50
6 avril	5,6	210
13 avril	4,6	190
21 avril	5,7	90
27 avril	6,2	90
5 mai	6,1	160

[1] Analyses effectuées sur un échantillon "intégré" sur une colonne d'eau de 0 à 4 mètres (Papineau, 1983).

Une augmentation inhabituelle de la température a engendré cette année là une première fonte à la fin de février. Le pH est descendu jusqu'à 4,9, alors que l'aluminium atteignait plus de 180 µg/l. Ensuite à la fonte printanière, pH et aluminium ont atteint des valeurs respectives de 4,6 et 210 µg/l. Ces dernières valeurs représentent les taux maximum d'acidité et d'aluminium total mesurés en 1981.

À titre comparatif, mentionnons qu'il y a des différences appréciables entre ces résultats et ceux obtenus aux printemps de 1982 et 1983, où aucune mortalité n'a été observée. Au cours de ces deux années, les conditions plus favorables de pH, d'aluminium et d'oxygène, se caractérisent de la façon suivante:

- les concentrations d'aluminium total oscillent aux alentours de 70 µg/l et les valeurs maximales de 160 µg/l en 1982 et 100 µg/l en 1983 sont atteintes après le départ des glaces, lorsque le taux d'oxygène dissous est supérieur à 10 mg/l dans toute la colonne d'eau;

- dans les deux premiers mètres, les concentrations moyennes mensuelles d'oxygène demeurent constamment au-dessus du seuil de 2 mg/l;

- les pH minimums sont de 5,6 en 1982 et 5,8 en 1983.

En juin 1981, une étude pathologique a été effectuée sur 8 spécimens incluant 5 poissons recueillis lors de la mortalité massive et 3 autres capturés vivants le 12 juin (Lemieux, comm. pers.). L'examen révéla des lésions branchiales, caractérisées par l'effritement des cellules de l'épithelium lamellaire. Les lamelles semblaient en voie de réparation chez les 3 individus capturés après la mortalité.

En littérature, on retrouve fréquemment la mention de lésions similaires dans les divers ouvrages traitant de la toxicité de l'aluminium. Chez les poissons, l'action toxique de l'aluminium se concentre au niveau des branchies où il peut endommager l'épithélium respiratoire et perturber l'osmorégulation (Schofield et Trojnar, 1980; Leivestad, 1982). Schofield (1977) a observé des effets sublétaux se traduisant par des dommages aux branchies et une réduction de la croissance, chez des ombles de fontaine exposés pendant 14 jours à des combinaisons de pH et d'aluminium total variant respectivement de 4,4 à 5,9 et de 100 à 300 µg Al total/l. Van Coillie et coll. (1983) précisent que la teneur de 100 µg Al total/l constitue une indication normative pour la toxicité de l'aluminium vis-à-vis des salmonidés. À cette concentration et à un pH de 5,5, ces auteurs ont noté des effets toxiques sous-létaux chez Salvelinus fontinalis se traduisant par l'accumulation de mucus et des altérations cellulaires au niveau des branchies.

Les conditions de pH et d'aluminium présentes au printemps de 1981 étaient suffisantes pour provoquer les altérations physiologiques mises en évidence lors de l'examen pathologique. Il a été démontré à maintes reprises que ces altérations interfèrent dans la diffusion de l'oxygène à travers les branchies (Spry et coll., 1981). À partir de ces faits, il est donc permis de croire que lorsqu'elles coïncident avec de faibles concentrations d'oxygène, tel que ce fut le cas au lac Laflamme au printemps de 1981, il en découle une augmentation de la menace d'asphyxie pour les individus de cette population d'omble de fontaine.

4.2 Densité et structure de population

4.2.1 Estimation de population

Cette estimation ne tient compte que des individus de 1 à 5 ans. Durant les deux semaines d'échantillonnage à l'été 1983, nous avons marqué au total 407 poissons et recapturé 49 d'entre eux (annexe 5). Des 500 manipulations, nous n'avons observé que 5 cas de mortalité. Le tableau 2 présente les résultats des opérations de marquage ainsi que les variables qui entrent dans la formule de Schnabel modifiée (Ricker, 1980).

$$N = \frac{\sum (C_t M_t)}{R+1}$$ Schnabel modifiée par Chapman

C_t: échantillion total prélevé le jour t

M_t: total des poissons marqués en liberté au début du jour t

R: $\sum R_t$, recaptures totales durant l'expérience

L'estimation obtenue à partir de cette équation est de 1968 individus avec un intervalle de confiance (coefficient de 95%) correspondant à 1518-2725. Considérant que les méthodes d'estimation de population entraînent généralement un faible niveau de précision, nous croyons qu'il serait préférable de suivre les variations de densité de cette population en comparant les moyennes des captures par unité d'effort de deux ou plusieurs années d'échantillonnage. Comme exemple, en 1983 nous avons effectué 11 périodes de pêche en utilisant deux stations à chaque occasion. Nous disposons ainsi de 22 valeurs qu'il sera possible de comparer avec l'échantillion d'une année ultérieure à partir des techniques habituelles d'analyses statistiques. Pour établir ces relations il faut cependant que la méthode de capture et la période de pêche soient les mêmes.

4.2.2 Structure d'âge

Nous avons pu déterminer l'âge de 420 des 451 poissons capturés au mois de juillet 1983.

Tableau 2: Calcul de l'estimation de population selon la méthode de Schnabel modifiée (Ricker, 1980).

Date	Captures Ct	Recaptures Rt	Nombre marqué (moins retraits)	Poissons marqués en liberté Mt	Ct Mt
19 juillet	91	0	91	0	0
20 juillet	50	6	43	91	4,550
21 juillet	72	6	65	134	9,648
22 juillet	55	6	47	199	10,945
26 juillet	90	12	77	246	22,140
27 juillet	35	4	31	323	11,305
28 juillet	70	6	53	354	24,780
29 juillet	37	9	--	407	15,059
	500	49	407	1,754	98,427

$$N = \frac{\sum C_t M_t}{R + 1}$$

N = 1968 (1518 - 2725)

Dans les 31 cas de rejet, les écailles étaient illisibles ou l'âge assigné différait après deux séries de lecture.

L'âge maximal est de 5 ans, ce qui caractérise habituellement les populations d'omble de fontaine non soumises à l'exploitation (Power, 1980). La figure 5 illustre la structure d'âge de notre échantillon. Les groupes 2+ et 3+, représentés dans des proportions presque équivalentes (40% et 41,2%), composent la majeure partie de l'échantillon. Les classes d'âge 1+, 4+ et 5+ comptent respectivement pour 11,4%, 6,7% et 0,7% de la densité totale. La distribution des fréquences de longueur (figure 6) confirme ces résultats, en montrant la dominance des classes de longueurs intermédiaires. Les longueurs moyennes des groupes 1+, 2+ et 3+ concordent assez bien avec les trois modes de l'histogramme. Il y a recouvrement dans les distributions de longueur des groupes 2+ et 3+, ainsi que 3+ et 4+. Près de 75% des spécimens d'âge indéterminé (ligne pointillée) mesuraient entre 200 mm et 250 mm. Ce phénomène a peut-être entraîné une légère sous estimation de la taille moyenne des individus de 2 et 3 ans.

Considérant les répercussions de la mortalité massive sur la structure de population, on peut en déduire les hypothèses suivantes:

- en 1983, la faible densité du groupe 1+ découle probablement de cette mortalité massive qui a eu pour effet de réduire substantiellement le nombre de géniteurs à l'automne 1981. Cette baisse de géniteurs a entraîné une diminution relativement importante du nombre d'oeufs déposés dans le milieu, et conséquemment une réduction du nombre d'alevins au printemps de 1982. Chez ces premiers stades du cycle de vie, le taux de mortalité est indépendant de la densité et demeure généralement assez élevé (Jensen, 1971).

- la classe d'âge 2+ se retrouve également en proportion réduite. Il est possible que les conditions de pH, d'aluminium et d'oxygène du printemps 1981 aient affecté les alevins.

- habituellement les proportions des groupes 4+ et 5+ dans les populations d'ombles de fontaine sont assez faibles, même dans des lacs non pêchés (Jensen, 1971; Power, 1980). On peut cependant penser que la forte mortalité chez les individus de 2 et 3 ans au printemps de 1981, a entraîné une baisse de densité de ces deux classes d'âge.

Dans l'éventualité d'un échantillonnage biaisé, nous avons considéré les quelques points suivants. Nos verveux n'étant pas reconnus sélectifs pour les individus de 1 à 5 ans, le biais ne pourrait dépendre que d'une distribution différente des classes de taille dans le lac. Ceci impliquerait en d'autres mots, qu'une grande proportion des jeunes de 1 an et une partie des individus de 2 ans ne fréquentent pas ou très peu le littoral (0 à 2 m). Le lac Laflamme n'est que très peu stratifié thermiquement (Papineau, 1983) ce qui atténue la possibilité d'une distribution différente des classes d'âge reliée à la température. De plus, lorsqu'une telle distribution se produit, c'est généralement l'inverse qui est observé. Dans l'étude de la distribution spatiale de lacs avec stratification thermique de la réserve Saint-Maurice, Magnan et Fitzgerald (1982) ont trouvé que peu d'individus d'une longueur égale ou inférieure à 150 mm vont au-delà de la zone littorale (0 à 2 m). Une plus grande proportion d'ombles de fontaine de longueur supérieure à 150 mm fréquente la zone profonde, bien qu'ils retournent en zone littorale pour s'alimenter.

Nous avons aussi relevé le nombre de prises par classes d'âge à chaque station (tableau 3). Pour le groupe 1^+, aux stations 1 et 6^1, la fréquence observée est plus du double de la fréquence attendue. Malgré le fait que ce phénomène n'ait pas été noté aux stations 4 et 8^2 situées à proximité des

[1] Voir figure 3 pour les verveux 1 et 2 les 19 et 20 juillet et les verveux 3 et 4 les 26 et 27 juillet.

[2] Verveux 3 et 4 les 21 et 22 juillet, et verveux 3 et 4 les 28 et 29 juillet.

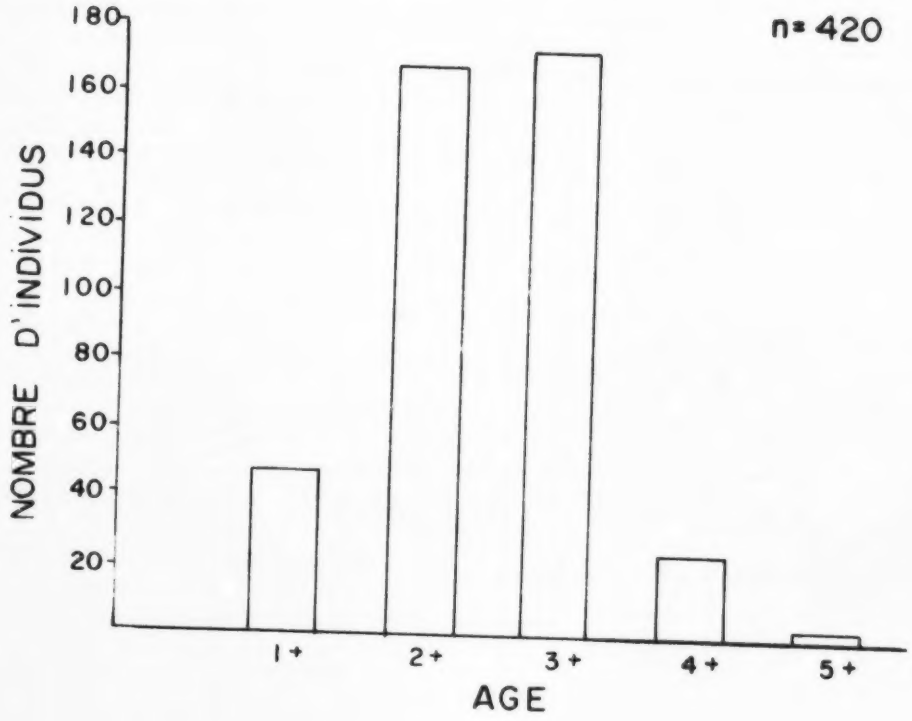


Figure 5 Distribution des fréquences d'âges des individus capturés à l'été 1983.

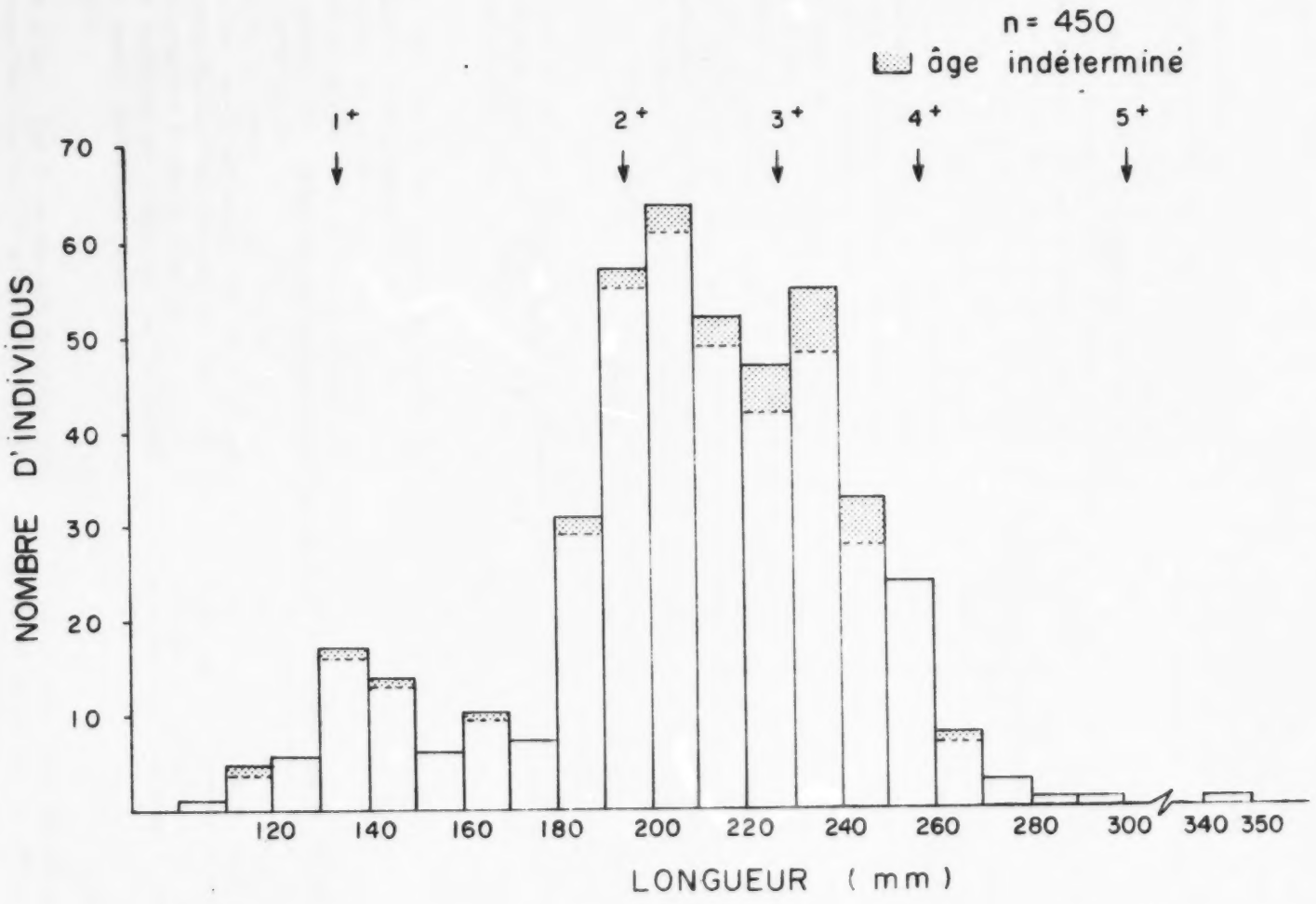


Figure 6 Distribution des fréquences de longueurs des individus capturés à l'été 1983.

Tableau 3: Distribution des classes d'âge dans les différentes stations d'échantillonnage de juillet 1983.

Date	Station	Verveux	1^+ Fréquence		2^+ Fréquence		3^+ Fréquence		4^+ Fréquence	
			observée	attendue*	observée	attendue	observée	attendue	observée	attendue
83/07/19-20	1	(1,2)	19	9	24	30	30	31	3	5
83/07/19-20	2	(3,4)	5	7	28	24	23	24	3	4
83/07/21-22	3	(1,2)	0	5	20	17	21	18	2	3
83/07/21-22	4	(3,4)	4	7	25	26	28	26	5	4
83/07/26-27	5	(1,2)	8	9	23	31	31	32	4	5
83/07/26-27	6	(3,4)	7	3	8	9	7	9	1	1
83/07/28-29	7	(1,2)	1	4	16	16	19	17	4	3
83/07/28-29	8	(3,4)	4	4	14	15	14	16	6	3
			$\chi^2 = 25,54$		$\chi^2 = 2,75$		$\chi^2 = 1,68$		$\chi^2 = 5,16$	

Valeur critique $\chi^2 = 12,59$ d.l. = 6 Niveau de confiance = 95%

* Fréquence relative de chaque classe d'âge multipliée par le nombre total de capture à chaque station.

stations 1 et 6, ces résultats suggèrent la possibilité d'une distribution contagieuse de la classe 1^+ pouvant entraîner une sous-représentation de cette classe d'âge dans la structure de population mesurée. Pour le groupe 2^+, 3^+ et 4^+ la valeur du χ^2 calculée est inférieure à la valeur critique, ce qui indique que l'écart entre les fréquences observées et attendues peut-être imputé au hasard.

Bien que nos résultats ne soient pas conformes au modèle de structure d'âge généralement observé en milieu naturel (densité décroissante de 1 à 5 ans), ils reflètent assez fidèlement la structure actuelle de la population et l'explication d'une telle structure réside surtout dans la mortalité massive survenue au printemps de 1981 (voir section 4.1).

4.3 Croissance

La longueur et le poids moyens de chaque groupe d'âge ont été calculés pour les individus capturés à l'été 1983 et à l'automne 1982 (tableau 4). Le décalage dans les périodes de captures au cours de la saison de croissance (juillet et septembre), est responsable de l'écart entre les valeurs moyennes des deux échantillons. Toutefois, pour le groupe 1+, l'écart est probablement accentué par le fait qu'à l'intérieur de cette classe d'âge, les individus matures sont ceux qui croissent le plus rapidement. Généralement la maturité sexuelle est reliée à la vitesse de croissance des individus (McFadden 1961). A l'intérieur d'un même groupe d'âge, le pourcentage d'individus matures augmente avec l'accroissement de la longueur (Wydoski et Cooper 1966). On constate d'ailleurs que la différence entre les deux premiers groupes d'âge est moins importante dans l'échantillon de géniteurs. Dans l'échantillon de 1983 les longueurs et poids moyens augmentent respectivement de 61,1 mm et 52,4 g de 1 an à 2 ans, alors que chez les géniteurs (automne 1982) ces augmentations correspondent à 37,1 mm et 42,6 g. Les figures 7 et 8 illustrent les courbes de croissance établies à partir de ces deux échantillons. Les femelles présentent en général des valeurs plus élevées que les mâles. Les différences de longueur et de poids sont significatives (95%) entre les mâles et les femelles du groupe 2+. Les moyennes totales pour les deux sexes sont elles aussi significativement différentes (95%).

Les résultats obtenus par rétrocalcul sont présentés aux annexes 7 (mâles), 8 (femelles), et 9 (ensemble des individus). Ces résultats permettront d'établir des comparaisons de croissance avec des individus capturés à une autre période de l'année. Les variations indiquent des croissances moyennes (sexes combinés) de 135,1 mm à la première année, 49,2 mm à la deuxième année, 33,8 mm à la troisième année et 36,0 mm à la quatrième année (annexe 10). Etant donné le petit nombre d'individus de 4 et 5 ans, les résultats pour ces deux groupes d'âge doivent être considérés avec prudence. Si on introduit les longueurs moyennes dans l'équation de regression, on obtient des croissances de poids de 26,3 g à la première année et respectivement 38,1, 40,1 et 57,6, aux trois années subséquentes.

Dans la réserve faunique des Laurentides, une étude comparant des géniteurs de lacs acides et alcalins a démontré que la croissance était plus élevée chez les ombles des lacs acides (Moreau et coll., 1982). On attribue généralement cette croissance supérieure à un meilleur accès à la nourriture en raison de la diminution de la compétition intraspécifique consécutive à la baisse des effectifs. L'auteur avance l'hypothèse alternative que dans des conditions acides les géniteurs investissent moins d'énergie dans la gamétogénèse et plus dans la croissance somatique.

La croissance des ombles de fontaine du lac Laflamme se rapproche de celle mesurée par Moreau et coll. (1982) pour les lacs acides (plus forte croissance). La baisse de densité provoquée par la mortalité massive de 1981 a probablement entraîné une augmentation de la croissance.

Tableau 4: Longueur et poids moyens des individus capturés en septembre 1982 et en juillet 1983. (écart-type)

Âge	Individus capturés en juillet 1983			Individus capturés en septembre 1982 (géniteurs)								
	Sexes combinés			Sexes combinés			Mâles			Femelles		
	n	$\overline{LF}$ (mm)	$\overline{P}$ (g)	n	$\overline{LF}$ (mm)	$\overline{P}$ (g)	n	$\overline{LF}$ (mm)	$\overline{P}$ (g)	n	$\overline{LF}$ (mm)	$\overline{P}$ (g)
1+	47	134.5 (12.9)	27.2 (8.0)	7	165.7 (21.7)	49.9 (18.3)	6	159.0 (13.7)	44.0 (10.6)	1	206.0 —	85 —
2+	168	195.6 (16.4)	79.6 (20.7)	23	202.8 (25.8)	92.5 (31.5)	11	188.9* (20.3)	74.8** (23.4)	12	215.6* (23.3)	109.2** (31.3)
3+	173	228.5 (15.0)	122.3 (20.4)	23	246.7 (25.1)	153.5 (41.0)	9	242.6 (33.7)	151.7 (56.3)	14	249.4 (18.6)	154.7 (29.8)
4+	28	258.0 (11.3)	167.5 (18.3)	4	269.0 (15.7)	180.5 (22.2)	2	258.0 (15.6)	171.0 (26.9)	2	280.0 (2.8)	190.0 (19.8)
5+	3	301.0 (39.7)	242.0 (76.2)	1	261 —	180 —	1	261 —	180 — —		— — —	— — —
Total	450	207.8 (36.1)	99.6 (42.0)	58	221.3 (18.2)	121.2 (50.6)	29	206.6* (42.7)	102.6** (59.2)	29	236.0* (28.5)	136.9** (39.8)

* différence significative, longueur (95%)

** différence significative, poids (95%)

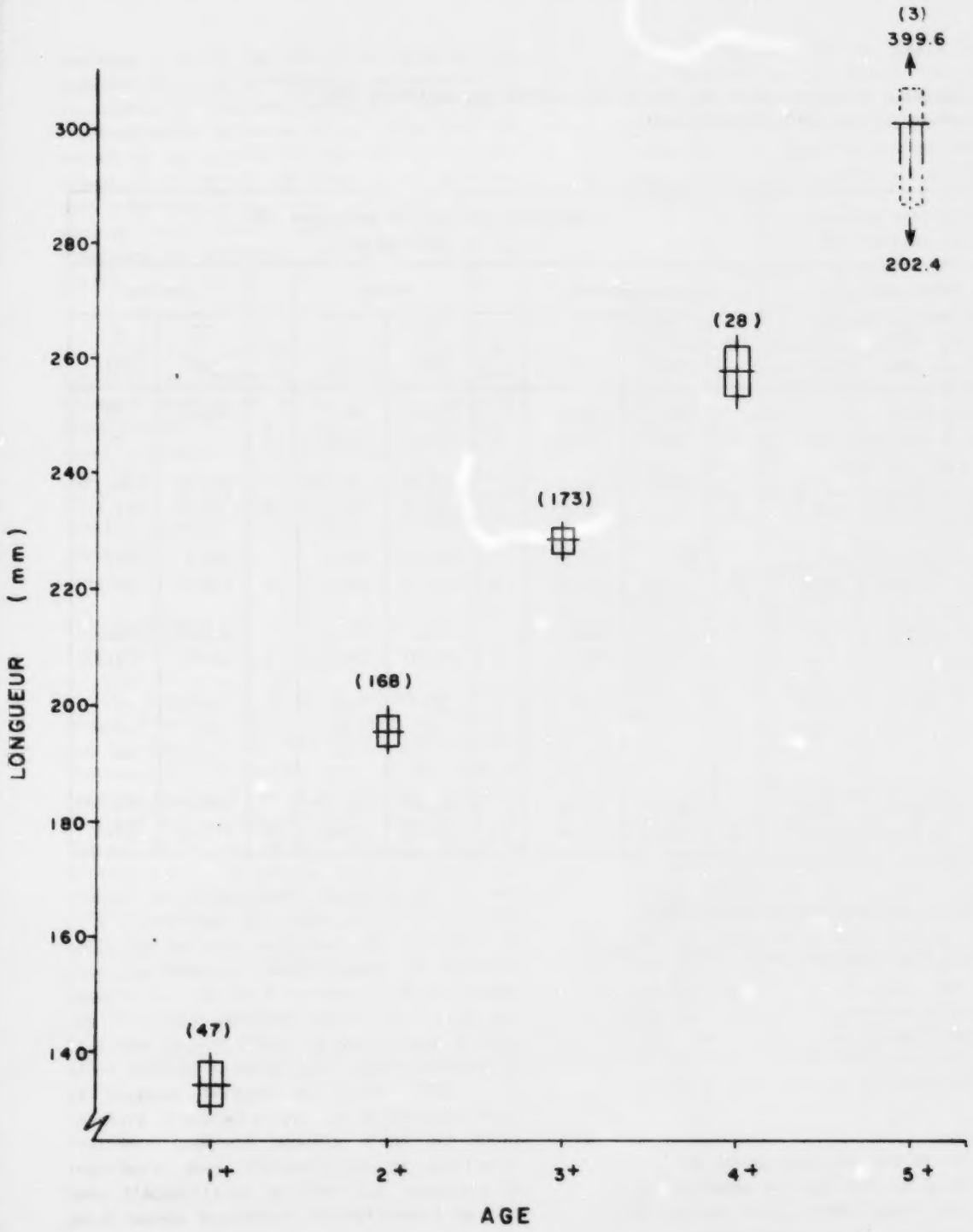


Figure 7 Courbe de croissance des individus capturés en juillet 1983.

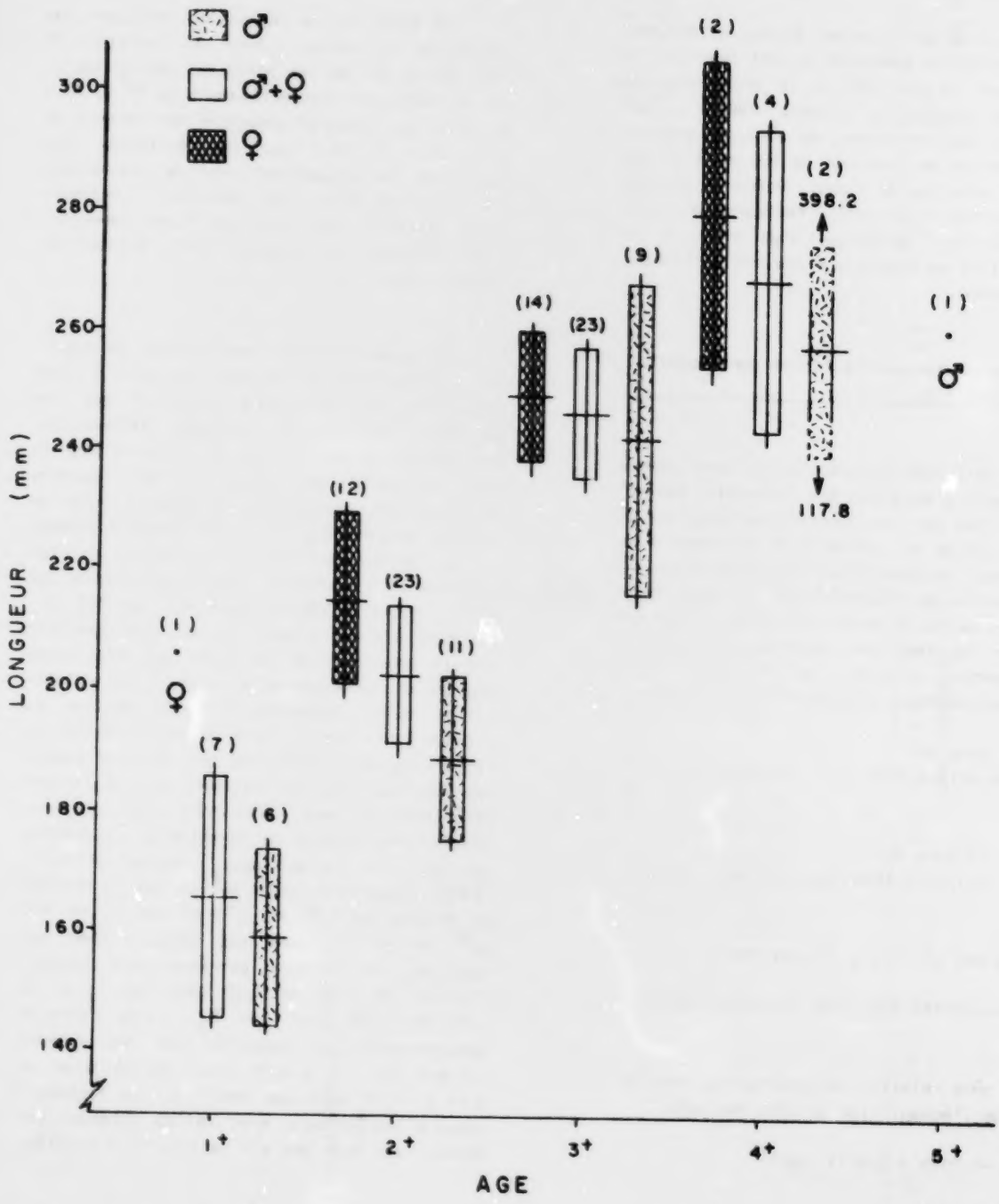


Figure 8 Courbes de croissance des mâles, des femelles et de l'ensemble des géniteurs capturés en septembre 1982.

Une revue de diverses études effectuées sur le territoire québécois a fait ressortir la très grande variabilité de la croissance de Salvelinus fontinalis (Power, 1980). Sur différents lacs du Québec, on note par exemple des variations de longueur de 160 mm à 445 mm pour des individus de 3 ans. Outre la densité de population, plusieurs facteurs dont le climat, le pool génétique d'un stock et la disponibilité en nourriture peuvent influencer la croissance.

4.4 Relation longueur-poids et coefficients de condition

Les relations longueur-poids, pour chaque sexe et pour l'ensemble des individus, peuvent être décrites par une équation mathématique où P est le poids en gramme et L la longueur en millimètre. Le coefficient de corrélation (r) et la taille de l'échantillon (n) sont indiqués à la suite de chaque équation. Pour les mâles et les femelles capturées à l'automne 1982, cette relation écrite sous forme logarithmique donne (régression ordinaire):

mâles (figure 9b)
log P= -4.9416+2.9785 logL (r=.9885, n=45)

femelles (figure 9b)
log P = -3.7355+2.4668 logL (r=.9622, n=32)

ensemble des géniteurs (figure 9a)

log P= -4.7074+2.8762 logL (r=.9858, n=77)

La même relation longueur-poids établie à partir de l'échantillon de 1983 devient:

log P = -4.5575 + 2.8155 log L

(r = .9903, n = 450)

Pour établir ces relations nous avons ajouté à l'échantillon des poissons sacrifiés, les mesures de poids et de longueur faites le 30 septembre 1982 sur des poissons capturés mais non-sacrifiés.

Les équations de régression indiquent les variations suivantes: pour des individus de 150, 200 et 250 mm les poids des ombles capturés à l'été sont respectivement de 37,1, 83,2 et 156,2 g, comparativement à des valeurs de 35,6, 81,4 et 154,7 pour les géniteurs. Ces relations ne présentent pas de variations particulières avec les relations longueur-poids décrites dans d'autres études (Wheeler, 1977; Dubreuil et Magnin, 1977; Wydoski et Cooper, 1966).

La comparaison des coefficients de condition indique que les poissons capturés à l'été présentent une meilleure condition que les géniteurs capturés à l'automne (tableau 5). Dans son étude sur l'omble de fontaine dans le Parc des Laurentides, Vladykov (1942) rapporte un important pourcentage d'estomacs vide en période de reproduction. Une étude d'alimentation effectuée sur 19 poissons du lac Laflamme à l'automne 1981 (Lafontaine et coll., 1981) a révélé que près de 50% des estomacs étaient vides. Il est donc possible que la condition des poissons que nous avons capturé en septembre soit reliée à une alimentation moins intensive à cette période de l'année. Les coefficients de condition et les rapports gonado-somatiques des mâles et femelles géniteurs du lac Laflamme sont légèrement inférieurs à ceux rencontrés chez d'autres populations d'omble de fontaine de la réserve faunique des Laurentides. Moreau et coll. (1982) rapportent entre autres des K_1 minimum et maximum de 1,12 et 1,19 et des K_2 variant de 1,09 à 1,16 chez les mâles. Chez les femelles les valeurs extrêmes sont respectivement de 1,05 et 1,20 pour les K_1 et de 0,94 et 1,08 pour les K_2. Les rapports gonado-somatiques rapportés par ces auteurs varient de 1,14 à 2,59 chez les mâles et de 9,44 à 17,00 chez les femelles. Le tableau 6 compare nos valeurs avec celles obtenues par Moreau sur deux des six lacs qu'il a étudiés.

La majorité des mâles que nous avons capturés à l'automne 1982 étaient au stade de maturation V (reproduction), et une simple pression sur l'abdomen provoquait la sortie du sperme. Ceci a peut-être diminué légèrement

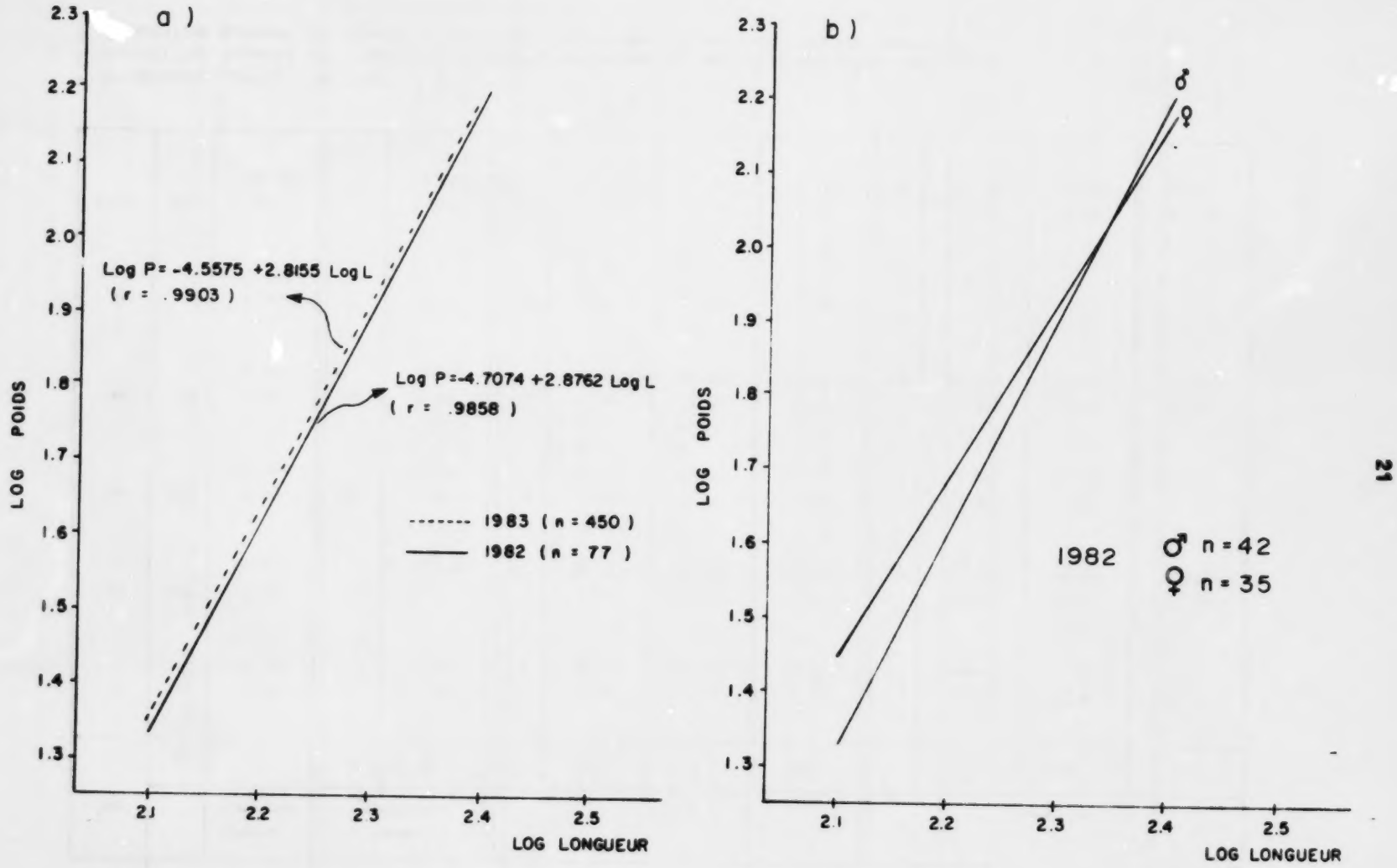


Figure 9 Relations longueur-poids pour l'ensemble des individus (a) et pour chacun des sexes (b).

Tableau 5: Coefficients de condition et rapports gonado-somatiques moyens des individus capturés en septembre 1982 et en juillet 1983 (écart-type)

Âge	Individus capturés en juillet 1983		Individus capturés en septembre 1982 (géniteurs)									
		Sexes combinés	Sexes combinés		Mâles				Femelles			
	n	K_1	n	K_1	n	K_1	K_2	RGS	n	K_1	K_2	RGS
1+	47	1,09 (0,12)	7	1,06 (0,08)	6	1,08 (0,07)	1,06 (0,07)	1,39 (0,50)	1	0,97 —	0,86 —	12,42 —
2+	168	1,06 (0,07)	19	1,07 (0,11)	11	1,08 (0,13)	1,06 (0,12)	1,31 (0,40)	8	1,05 (0,10)	0,91 (0,09)	15,20 (1,59)
3+	173	1,02 (0,08)	23	1,00 (0,08)	8	1,02 (0,07)	1,00 (0,07)	1,56 (0,34)	14	0,99 (0,08)	0,88 (0,09)	13,31 (2,67)
4+	28	0,97 (0,07)	4	0,93 (0,08)	2	0,99 (0,02)	0,98 (0,02)	1,26 (0,11)	2	0,86 (0,06)	0,78 (0,06)	11,07 (0,68)
5+	3	0,90 (0,10)	1	1,01 -	1	1,01 -	1,00 -	1,64 -	-	- -	- -	- -
Total	450[1]	1,04* (0,09)	77[2]	1,02* (0,09)	29	1,05 (0,11)	1,04 (0,09)	1,40 (0,39)	25	1,00 (0,10)	0,88 (0,09)	13,76 (2,45)

* différence significative (95%)
1 échantillon augmenté par l'addition de mesures effectuées sur des individus d'âge indéterminé
2 échantillon augmenté par l'addition de mesures effectuées sur des individus non-sacrifiés

Tableau 6: Coefficients de condition et rapports gonado-somatiques moyens de trois populations de la réserve faunique des Laurentides (écart-type).

Lacs	N	LF	P	K_1	K_2	RGS
Lac Laflamme (1982)[1]	mâles 29	206,62 (42,82)	102,6 (54,01)	1,05 (0,11)	1,04 (0,09)	1,44 (0,39)
	femelles 25	240,00 (27,05)	140,28 (38,06)	1,00 (0,10)	0,88 (0,09)	13,76 (2,45)
Lac Hamon (1981)[2]	mâles 20	216,50 (36,08)	131,13 (63,11)	1,19 (0,12)	1,16 (0,12)	2,29 (0,69)
	femelles 23	245,65 (32,28)	186,96 (75,95)	1,20 (0,10)	1,08 (0,08)	9,44 (2,43)
Lac Mignon (1981)[2]	mâles 23	168,43 (21,69)	55,80 (22,07)	1,12 0,09	1,09 (0,09)	2,38 (0,49)
	femelles 32	191,31 (18,10)	78,96 (20,31)	1,11 (0,08)	0,95 (0,05)	17,00 1,25

1 étude actuelle
2 source: Moreau et coll. (1982), lac Hamon (acide), Lac Mignon (alcalin)

les rapports gonado-somatiques des mâles. Dans le cas des femelles nous avons évité ce problème en ne considérant pas dans les calculs celles qui ont perdu des oeufs à la capture. Il est difficile d'interpréter les écarts entre nos valeurs et celles de Moreau et coll. (1982) car plusieurs facteurs (habitat, nourriture disponible, etc) peuvent en être la cause.

4.5 Reproduction et fécondité

4.5.1 Localisation des frayères

On constate à la figure 3 la présence de trois sites particuliers de frai. Sur le littoral sud, une première zone de 100 m de long et de 25 m de large, s'étend parallèlement à la rive. On y retrouve des nids, bien séparés les uns des autres, à des profondeurs variant entre 15 cm et 1 m. À cet endroit, l'épaisseur de la couche de sable varie entre 10 et 30 cm, sous laquelle on retrouve un fond de gravier parsemé de quelques cailloux dont la taille peut atteindre parfois plus de 10 cm de diamètre.

Une autre frayère au nord mesure approximativement 75 m de long par 18 m de large. Sur ce site, les nids sont généralement dispersés à l'intérieur de petits territoires bien déblayés. La couche de sable ne dépasse pas 5 cm, et le gravier sous-jacent présente les mêmes caractéristiques qu'au sud (frayère sud).

Plus à l'est, à quelque 75 m de la zone précédente, il y a une petite frayère d'environ 10 m^2 de superficie. Quelques nids y sont aménagés sur un fond de gravier recouvert d'une mince couche de sable (5 cm).

Alors qu'au sud, il n'y a qu'une mince couche de matière organique, on retrouve sur le littoral nord des dépôts organiques plus importants. Les frayères nord sont parsemées de débris végétaux et plusieurs nids ont leur fond tapissé de ces débris.

La localisation des frayères près des rives du lac ne constitue pas en soi un phénomène très rare. Bien que l'omble de fontaine se reproduise souvent à la tête des cours d'eau, il arrive fréquemment que cette espèce ponde ses oeufs sur les hauts fonds graveleux des lacs (Scott et Crossman 1973).

Une étude hydrogéologique du lac Laflamme (Azzaria et coll., 1982) mentionne la possibilité que ce lac soit surtout alimenté par les eaux souterraines. Nous avons remarqué la présence de stations d'échantillonnage des eaux souterraines près de chaque frayère. Il est possible qu'à certains endroits sur les frayères, il y ait remontée d'eau souterraine.

La disposition différente des nids sur les frayères nord et sud, est probablement reliée à l'épaisseur de la couche de sable. Au sud, les poissons doivent parfois enlever près de 25 à 30 cm de sable avant d'atteindre le gravier. Les nids sont facilement isolés les uns des autres. Sur la frayère nord, la couche de sable est moins épaisse et les frontières entre les nids sont beaucoup moins évidentes.

Des troncs d'arbres jonchent ici et là le littoral nord. Il n'est pas rare de retrouver des nids creusés contre les parois et parfois même en dessous de ces troncs. Au sud, quelques nids ont été aménagés autour d'une grosse pierre d'environ 1 m de diamètre.

4.5.2 Période de frai

En 1982, la période de frai a débuté le 17 septembre alors que vingt géniteurs ont été observés sur la frayère sud. Au début, il y avait une très forte proportion de mâles; une femelle a cependant été capturée sur la frayère nord le 25 septembre. La plupart des

femelles ont été capturées à l'extrémité est du lac. A cet endroit nous avons capturé 15 poissons le 17 septembre et 4 jours plus tard nous avons eu l'occasion d'observer un rassemblement estimé à plus de 500 géniteurs. Les températures de l'eau enregistrées à l'est étaient toujours légèrement plus basses que celles relevées sur les frayères. Cette différence variait de 0,5 à 1°C. Il est possible que ce phénomène soit relié à la présence de nombreuses sources souterraines aux environs immédiats de ce site. La température légèrement plus basse est un des facteurs qui peut expliquer un rassemblement à cet endroit. Nous avons observé une diminution progressive du nombre de poissons et des déplacements vers les frayères (à partir de l'extrémité est) au cours de la période de fraî. Un verveux installé près de la rive nord entre les deux frayères nous a permis d'intercepter une vingtaine d'individus le 30 septembre et plus de 70 le 1er octobre[1].

Le nombre de géniteurs a été estimé à différents moments au cours de la période de fraî (figure 10). Comme il est mentionné plus haut, les premiers individus se sont manifestés le 17 septembre alors que le 15 octobre on ne retrouvait plus aucune activité sur les frayères. L'estimation maximale est de 460 individus le 30 septembre. Nous présentons également, un aperçu de l'activité de fraî enregistrée à l'automne 1983. Il y a un décalage de quelques jours avec la période de fraî de l'année précédente. Le maximum de géniteurs recensés au cours d'une des visites est de 560 individus (6 octobre).

À l'automne 1982, le fraî s'est donc échelonné sur une période approximative d'un mois. Ces données correspondent à ce qui est mentionné en littérature pour le parc des Laurentides (Vladykov 1956). Durant cette période la température a varié de 13°C à 7°C. Comme nous le montre la courbe de température (figure 10), il y a eu un réchauffement vers la fin du mois de septembre. Il est possible que la diminution sensible du nombre de géniteurs observée dans la même période soit partiellement reliée à ce réchauffement. Henderson (1963b) a démontré l'influence des variations saisonnières de la photopériode dans la régulation du cycle de maturation. Selon Hokenson et coll. (1973), le déclenchement du fraî n'est que très peu influencé par la température de l'eau mais celle-ci peut néanmoins affecter l'activité reproductrice.

L'isolement particulier de certains nids nous a permis d'observer que des individus utilisaient des nids ayant préalablement servi à d'autres géniteurs. Cette pratique contribue probablement à dégager du substrat une partie des oeufs des prédécesseurs. Cependant, nous ne sommes pas en mesure d'évaluer l'importance de ce phénomène.

Nous avons aussi observé à quelques reprises des individus prélevant ce que nous pensons être des oeufs au fond des nids. En littérature, on mentionne souvent la présence d'oeufs (omble de fontaine) dans l'estomac des individus de cette même espèce. Chez Salvelinus fontinalis, le cannibalisme semble une pratique courante (Scott et Crossman, 1973). Dans une étude sur la population d'omble de fontaine du lac Laflamme, Lafontaine et coll. (1981) indiquent la présence fréquente d'oeufs dans l'estomac des poissons.

4.5.3 Fécondité

Il semble d'après notre échantillon de géniteurs que la reproduction dépend principalement des groupes d'âge 2+ et 3+ (figure 11). Ces groupes présentent des proportions égales de 39,7% comparativement à 12,1% pour la classe 1+, et 6,9% pour le groupe 4+. Il n'y avait qu'un seul poisson de 5 ans parmi les 58

---

[1] Cette période correspond à la baisse d'activité observée au début d'octobre et ces captures sont responsables d'une partie de la diminution du nombre de géniteurs sur les frayères (figure 10).

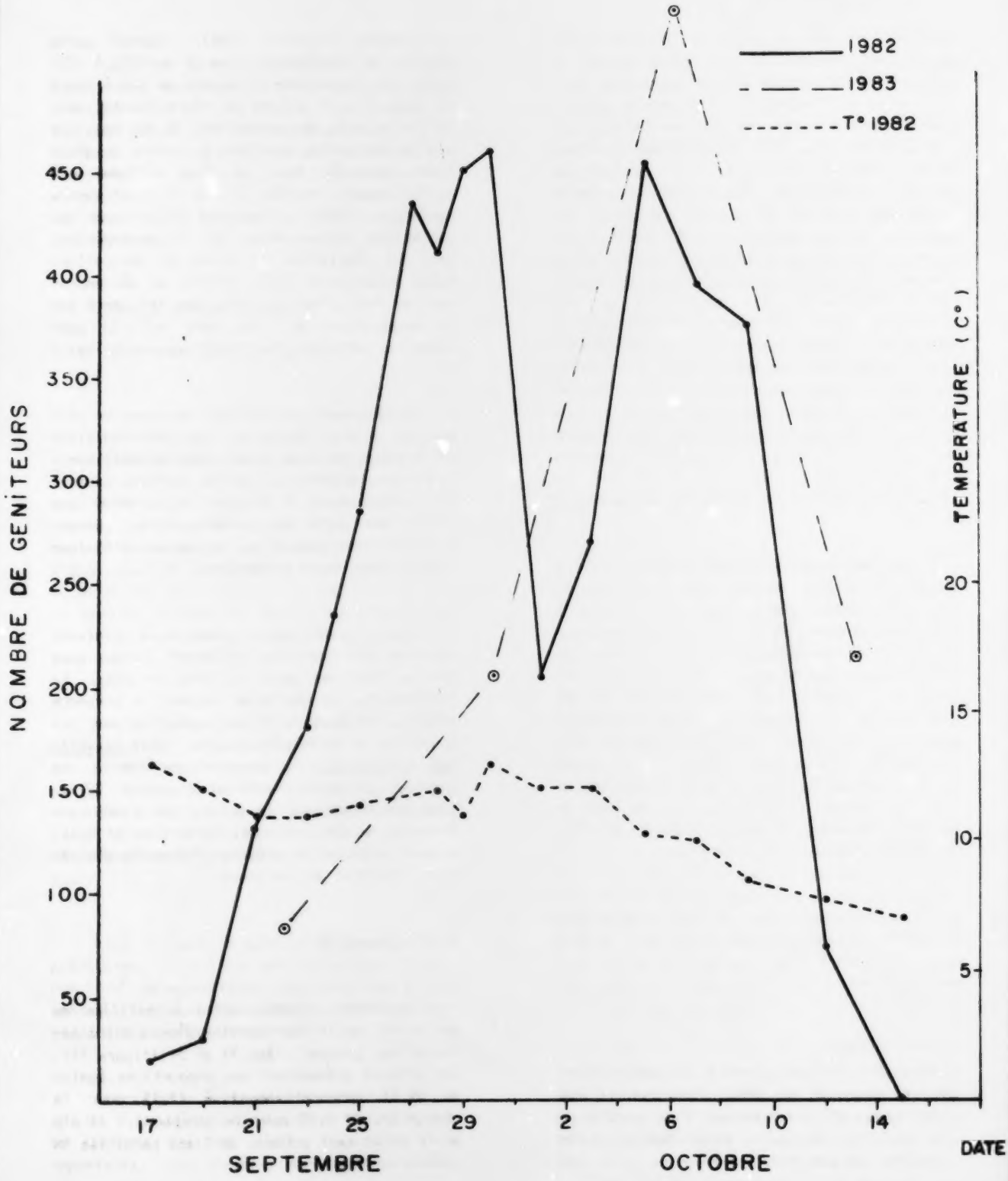


Figure 10 Activité de frai et températures enregistrées au cours des automnes 1982 et 1983.

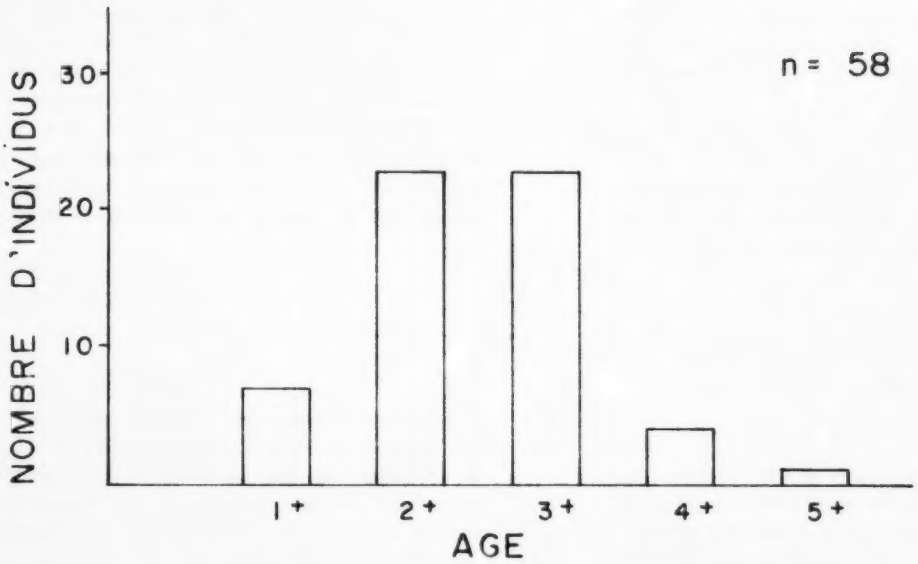


Figure 11 Distribution des fréquences d'âges des géniteurs.

géniteurs capturés (1,6%). L'âge de la maturité sexuelle est de 1 an ce qui indique une croissance rapide (voir section 4.3). La maturité sexuelle est atteinte possiblement plus tôt chez les mâles que chez les femelles (figure 12).

Dans le calcul des taux de fécondité nous avons dû ignorer les mesures prises sur 4 des 29 femelles. Trois de ces femelles avaient perdu des oeufs lors de la capture et la quatrième n'était pas féconde. Toutes ces femelles (du groupe 2+) étaient plus petites que la taille moyenne du groupe 2+ indiqué au tableau 4. Les longueurs moyennes recalculées sont de 218,0 mm (± 21,7) pour les individus de 2 ans et 240,0 mm (± 26,5) pour l'ensemble des femelles.

La fécondité F augmente avec la longueur L et avec le poids P des femelles suivant les équations de régression ordinaire suivantes (figures 13a et 13b):

log F= -1,209+1,550 logL (r=0,7124, n=25)
log F= 1,1915+0,602 logP (r=0,7046, n=25)

Comme on le constate à la figure 13a l'augmentation de la fécondité en fonction de la longueur est moins grande pour la population du lac Laflamme que celle observée chez d'autres populations.

En comparant les relations longueur-fécondité de diverses populations avec nos résultats, on constate deux particularités. Les individus de petites tailles du lac Laflamme ont une plus grande fécondité, mais la fécondité augmente plus rapidement en fonction de la taille chez les populations étudiées par Moreau et coll. (1982) et Vladikov (1956).

À l'exception du groupe 2+, le taux de fécondité (tableau 7) exprimé en nombre d'oeufs par kilogramme montre également des valeurs plus basses que celles obtenues par Vladykov (1956), dans son étude sur plusieurs lacs de la réserve faunique des Laurentides (n = 700 poissons). Cependant, quelques lacs concernés par cette étude montrent des taux de fécondité inférieurs à nos valeurs. On constate d'ailleurs que les résultats de Vladykov affichent des écarts considérables. L'auteur précise qu'il existe des variations prononcées dans la fécondité de Salvelinus fontinalis. Selon lui, ces variations découlent de plusieurs causes particulières. En plus des variations individuelles, il mentionne les variations relatives à la période de maturation dans la saison, à l'habitat et à l'abondance de nourriture. Wydoski et Cooper (1966) soulignent au sujet de l'abondance de nourriture, que dans des conditions défavorables les pertes dues à l'atrésie (arrêt de maturation et réabsortion des oeufs) peuvent même dépasser 50%. Les deux auteurs ont démontré qu'il y a une certaine proportion des oeufs en maturation qui se résorbe au cours de la saison.

5.0 CONCLUSION

L'échantillonnage a permis de recueillir des données de base sur la population d'omble de fontaine du lac Laflamme. Les résultats concernant la croissance et la fécondité ne présentent pas de différences particulières avec les résultats obtenus pour d'autres populations de la réserve faunique des Laurentides. Par ailleurs, les coefficients de condition et le rapport gonado-somatique (mâles) des géniteurs du lac Laflamme sont légèrement inférieurs à ceux mesurés sur des géniteurs de 6 populations de cette région.

La mortalité massive survenue au printemps 1981 a eu des répercussions importantes sur la structure de la population en affectant le recrutement en 1981 et 1982. Cette structure de population telle qu'établie à l'été de 1983 indique une baisse du nombre d'individus dans les classes d'âge 1+ et 2+. Les faibles concentrations d'oxygène en profondeur (< 1,5 mg/l), le bas pH (4,6), et les fortes

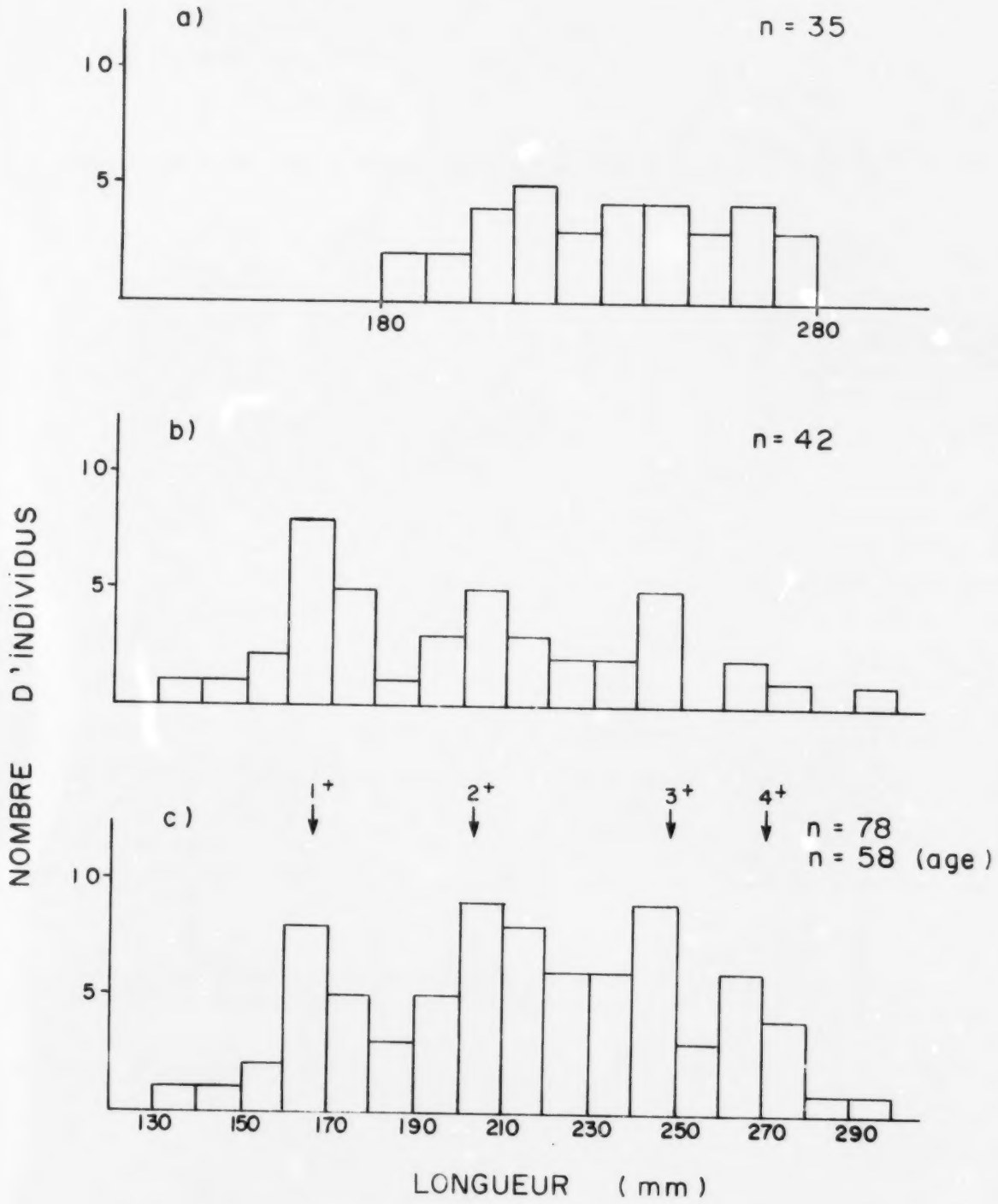


Figure 12 Distribution des fréquences de longueurs des géniteurs (a) femelles, (b) mâles, et (c) ensemble des individus.

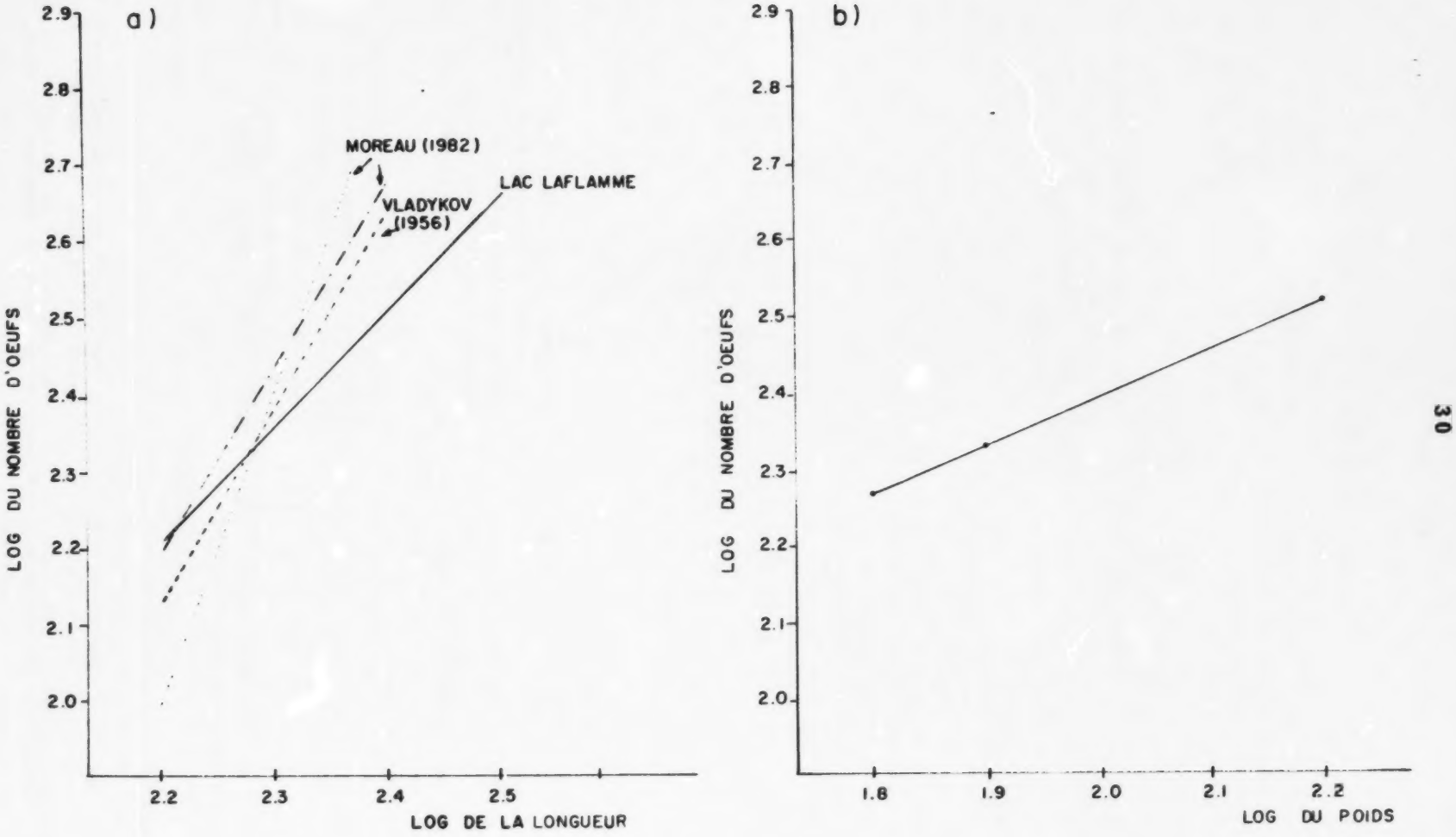


Figure 13 Relations longueur-fécondité (a) et poids-fécondité (b).

Tableau 7: Taux de fécondité et diamètre moyen des oeufs (écart-type).

Âge	Diamètre moyen des oeufs (mm)	Taux de fécondité moyen (nb.oeufs/kg)	Taux de fécondité* (nb.oeufs/kg) d'après Vladykov (1956)
1+ n=1	3,98	2282	2520 (1350-4010)** n=25
2+ n=8	3,92 (0,2138)	2584 (1917-3218)	2520 (1350-4010) n=25
3+ n=14	3,98 (0,2594)	2140 (1571-2852)	2630 (1160-3870) n=43
4+ n=2	3,98 (0,1556)	1771 (1627-1915)	2930 (1720-3970) n=7
Total n=25	3,96	2282 (1571-3218)	2680 (1750-4450) n=55

* Ces chiffres sont obtenus à partir des classes de tailles et des diamètres moyens des oeufs correspondant aux valeurs moyennes (longueur et diamètre des oeufs) de chaque classe d'âge de notre échantillon.

** Étendue des résultats.

concentrations d'aluminium total (210 µg/l) sont possiblement responsables de cette mortalité. Aussi il serait important d'accentuer le suivi temporel et spatial de l'oxygène dissous au cours des périodes printanières. Il faudra donc tenir compte, lors des études ultérieures, des effets engendrés par cette mortalité massive car plusieurs paramètres tels la densité, la croissance et la fécondité ont probablement été influencés. Dans la perspective qu'aucune autre mortalité catastrophique ne se produise au cours des prochaines années, nous devrions observer les modifications suivantes: une augmentation de la densité, une diminution de la croissance, un accroissement de l'âge à la maturité sexuelle, une plus grande proportion de géniteurs de 4 et 5 ans. Toutefois, nous avons déjà mentionné que le lac Laflamme présente plusieurs caractéristiques des lacs à forte probabilité de mortalité d'hiver ("Winterkill").

Considérant que le taux de fécondité varie durant la saison de croissance, il est préférable de toujours échantillonner à la même période, soit au début du frai. Le diamètre des oeufs et le rapport gonado-somatique sont deux indices utiles pour établir le stade de maturation et définir ainsi les bases de comparaison. La mesure de densité relative de la population à partir des captures par unités d'effort nécessite également la répétition de la méthode d'échantillonnage à la même période de l'été. Compte tenu des mauvaises conditions de pH et d'aluminium observées en période de fonte des neiges, il serait intéressant d'entreprendre une étude de viabilité des oeufs et des alevins, ces stades étant les plus sensibles du cycle vital des salmonidés.

REMERCIEMENTS

Nous aimerions exprimer notre reconnaissance aux personnes et organismes gouvernementaux pour leur aide technique et pour les suggestions et renseignements fournis au cours de cette étude.

Nous tenons à remercier en particulier, messieurs Yvan Vigneault, Jean-Denis Dutil et Viateur Dubé du ministère des Pêches et des Océans du Canada, ainsi que Messieurs Raymond Lemieux, Denis Labonté, Daniel Gamache et Madame Madeleine Papineau d'Environnement Canada.

BIBLIOGRAPHIE

Almer, B., W. Dickson, C. Ekstrom, E. Hornstrom and V. Miller. 1974. Effects of acidifications on Swedish lakes. Ambio., 3: 30-36.

Altshuller, A.P. et G.A. McBean. 1979. Le transport des polluants atmosphériques sur de grandes distances en Amérique du Nord: un examen préliminaire. Groupe consultatif de recherche Etats-Unis-Canada. Service de l'environnement atmosphérique, Environnement Canada, 43 p.

Azzaria, L.M., P.J. Gélings, R. Robitaille, J.F. Withemig. 1982. Etude géologique et hydrogéologique du lac Laflamme, Parc des Laurentides, Québec, Université Laval. Rédigé pour Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, 95 p.

Bagenal, T. 1978. Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook no. 3. Blackwell Scientific Publications, Oxford, London and Edinburg, 3e Edition, 365 p.

Barica, J. 1977. Effect on freeze-up on major ion and nutrient content of a prairie winterkill lake. J. Fish. Res. Board Can. 34: 2210-2215.

Barica, J. and J.A. Mathias. 1979. Oxygen depletion and winterkill risk in small prairie lakes under extended ice cover. J. Fish. Res. Board Can. 36: 980-986.

Beamish, R.J. 1974. The loss of fish populations from unexploited remote lakes in Ontario, Canada as a consequence of atmospheric fallout of acid. Water Res. 8: 85-95.

Beamish, R.J. and H.H. Harvey. 1972. Acidification of the La Cloche Mountain lakes, Ontario and resulting fish mortalities. J. Fish. Res. Board Can. 29: 1131-1143.

Bennett, G.W. 1948. Lake management reports. 5 Winterkill of fishes in an Illinois lake. Ill. Nat. Hist. Surv. Biol. Notes 19: 9 p.

Benoît, J. et G. Power. 1981. Biologie de deux populations arctiques de Touladi, Salvelinus namaycush (Walbaum) de la région du lac Minto, Nouveau-Québec. Le Naturaliste Canadien, 108: 1-16 (1981).

Bobée, B., Y. Grimard, M. Lachance et A. Tessier. 1982. Nature et étendue de l'acidification des lacs du Québec. Rapport scientifique No. 140. Ministère de l'Environnement du Québec, 243 p. + 3 ann.

Casselman, J.M. and H.H. Harvey. 1975. Selective fish mortality resulting from low winter oxygen. Vert. Intenat. Verein. Limnol. 19: 2418-2429.

Charette, J.-Y. et M. Lagacé. 1981. Recherche d'une méthodologie et évaluation de l'impact des précipitations acides sur la faune piscicole du parc des Laurentides. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, rapport interne, 58 p.

Cornett, R.J. and F.H. Rigler. 1979. Hypolimnetic oxygen deficits: their prediction and interpretation Science 205: 580-581.

Driscoll, C.T., J.P., Baker, J.J. Bisogni, and C.L. Schofield. 1980. Effect of aluminium speciation on fish in dilute acidified waters. Nature, 284: 161-164.

Dubreuil, M. et E. Magnin. 1977. Étude de la biologie de l'omble de fontaine, Salvelinus fontinalis (Mitchill), dans les rivières Nikopastik et Achazi, tributaires du bassin inférieur de la Grande Rivière. Service Environnement, SEB, Programme 65, Rapport scientifique, 39 p.

Environnement Canada. Direction générale des Eaux intérieures, Région du Québec. 1981. Le bassin jaugé du lac Laflamme. Synthèse des travaux. 16 p.

Gibson, R.J., P.C. Kerkhoven et R.L. Haedrich. 1976. The fecondity of unexploited brook trout populations in the Matamek River, Quebec. Le Naturaliste Canadien, 103: 417-23 (1976).

Harvey, H.H. 1982. Population responses of fish in acidified waters. Symposium on acidic precipitation and fishery impacts in northeastern North America, 227-242.

Harvey, H.H. and C. Lee. 1980. Fishes of the La Cloche Mountain lakes of Ontario, 1965-1980. Report to the Ontario Ministry of Natural Resources. 89 p.

Henderson, N.E. 1963a. Extent of Atresia in Maturing Ovaries of the Eastern Brook trout, Salvelinus fontinalis (Mitchill). J. Fish. Res. Bd. Canada 20: 899-908.

Henderson, N.E. 1963b. Influence of Light and Temperature on the Reproduction Cycle of the Eastern Brook Trout, Salvelinus fontinalis (Mitchill). J. Fish. Res. Bd. Canada 20: 859-897.

Hokenson, K.E.F., J.H. McCormick, B.R. Jones et J.H. Tucker. 1973. Thermal requirements for maturation, spawning, and embryo survival of the brook trout, Salvelinus fontinalis. J. Fish. Res. Bd. Canada 30: 975-984.

Jauron, L. et D. Labonté. 1981. Étude sommaire des macrophytes du lac Laflamme (préliminaire). Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, région du Québec, 19 p.

Jensen, A.L. 1971. Response of brook trout (Salvelinus fontinalis) populations to a fishery. J. Fish. Res. Board Can. 28: 458-460.

Jensen, K. and F. Snekvik. 1972. Low pH levels wipe out salmon and trout populations in southernmost Norway. Ambio 1: 223-225.

Job, S.V. 1955. The oxygen consumption of Salvelinus fontinalis. Univ. Toronto Biol. Ser. No. 61, Publ. Ont. Fish. Res. Lab. No 73, 39 p.

Johnson, D.W. and D.A. Webster. 1977. Avoidance of low pH in selection of spawning sites by brook trout (Salvelinus fontinalis). J. Fish. Res. Broard Can. 34: 2215-2218.

Labonté, D. 1983. Communication personnelle Environnement Canada DGEIQ, Québec.

Lafontaine, F., G.J. Fitzgerald et J.J. Dodson. 1981. Etude préliminaire de la population ichtyenne du lac Laflamme. Forêt Montmorency, Parc des Laurentides. Direction générale des eaux intérieures, région du Québec. Environnement Canada. 26 p.

Langlois, C., Y. Vigneault, L. Désilets, A. Nadeau et M. Lachance. Evaluation des effets de l'acidification sur la physico-chimie et la biologie des lacs du bouclier canadien (Québec). Rapp. Tech. Can. Sci. halieut. aquat. No 1233: xii + 129 p.

Lemieux, R. 1983. Communication personnelle Environnement Canada DGEIQ, Québec.

Leivestad, H. 1982. Physiological effects of acid stress on fish. Symposium on acidic precipitation and fishery impacts in northeastern North America, 157-164.

Magnan, P. and G.J. Fitzgerald. 1982. Resource partitioning between brook trout, Salvelinus fontinalis Mitchill, and creek chub, Semotilus atromaculatus Mitchill, in selected oligothophic lakes of southern Québec. Can. J. Zool. 60: 1612-1617.

McFadden, J.T. 1961. A population study of the brook trout, Salvelinus fontinalis. Wildl. Monographs, 7: 73 p.

McKim, J.M. 1977. Evaluation of tests with early life stages of fish for predicting long-term toxicity. J. Fish. Res. Board Can. 34: 1148-1154.

Mendenhall, William. 1971. Introduction to Probability and Statistics, Duxburg Press, Wadsworth Publishing Company Inc., California 3e Edition. 466 p.

Menendez, R. 1976. Chronic effects of reduced pH on brook trout (Salvelinus fontinalis). J. Fish. Res. Board Can. 33: 118-123.

Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. 1982. Compte rendu de l'atelier sur la gestion de l'omble de fontaine au Québec. Direction générale de la faune. 207 p.

Moreau, G., C. Barbeau, J.J. Frenette, F. Lévesque, J. Saint-Onge, M. Simoneau. 1982. Influence des précipitations acides sur les populations de truites mouchetées (Salvelinus fontinalis) du Parc des Laurentides. Rapport Centreau CRE-82/01, Université Laval, 42 p.

Ouellet, M. 1981. Quelques aspects paléolimnologiques des sédiments du lac Laflamme (parc des Laurentides, Québec) en fonction du transport atmosphérique de substances polluantes. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, région du Québec. 37 p.

Papineau, M. 1983. Le bassin du lac Laflamme: caractérisation physico-chimique du lac et établissement du bilan ionique en relation avec le transport à grande distance des polluants atmosphériques. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, région du Québec, 95 p.

Pfeiffer, M. and P. Festa. 1980. Acidity status of lakes in the Adirondack region of New-York in relation to fish resources. N.Y. Dept. Env. Conserv. Report FW-P 168.

Plamondon, A.P. 1982. La précipitation moyenne sur le bassin du lac Laflamme, Forêt Montmorency, Québec. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, région du Québec, 28 p.

Power, G. 1980. The brook charr, Salvelinus fontinalis, in Balon, E.K. charrs, Salmonid fishes of the genus Salvelinus, a review, W. dunk Publishers.

Ricker, W.E. 1949. Effects of removal of fins upon the growth and survival of spiny rayed fishes. J. Wild. Manag. 13: 29-40.

Ricker, W.E. 1980. Calcul et interprétation des statistiques biologiques des populations de poissons. Ministère des Pêches et Océans, Ottawa. 409 p.

Saunders, G.H. et G. Power. 1970. Population ecology of the brook trout, Salvelinus fontinalis, in Matamek Lake, Quebec. J. Fish. Res. Bd. Canada 27: 413-424.

Schofield, C.L. et J. Trojnar. 1980. Aluminium toxicity to fish in acidified waters. Dans Toribura, T.Y., M.W. Milien et P.E. Morrows. Polluted rain. Plenum Press, New-York Vol. 17: 347-366.

Schofield, C.L. 1977a. Acid snow-melt effects on water quality and fish survival in the Adirondack Mountains of New-York State. Research Proj. Techn. Compl. Rep. A-027, NY. Office of Water Research and Technology, Department of the Interior, Washington D.C.

Schofield, C.L. 1977b. Acidification of Adirondack lakes by acid precipitation: extend and magnitude of the problem F-28 R Fed. Aid Final Report.

Scott, W.B. et E.J. Crossman. 1973. Poissons d'eau douce du Canada. Office des recherches sur les pêcheries du Canada, Ottawa. Bulletin No. 184. 966 p.

Shilts, W.W. 1981. Sensibilité de la roche en place aux précipitations acides et modifications dues aux phénomènes glaciaires. Commission géologique du Canada. Etude 81-14, 7 p., 3 cartes.

Spry, D.J., C.M. Wood et D.V. Hodson. 1981. The effects of environmental acid on freshwater fish with particular reference to the softwater lakes in Ontario and the modifying effects of heavy metals. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No 999, 145 p.

Van Coillie, R.C. Theilen, P.G. C. Campbell et Y. Vigneault 1983. Effets toxiques de l'aluminium chez les salmonidés en relation avec des conditions physico-chimiques acides. Rapp. techn. can. sci. halieut. aquat. no 1237: ix + 88 p.

U.S./Canada impact assessment work group. 1981. Phase II working paper. U.S./ Canada impact assessment work group.

Vladykov, V.D. 1956. Fecundity of Wild Speckled Trout (Salvelinus fontinalis) in Quebec Lakes. J. Fish. Res. Bd. Canada 13: 799-841.

Vladykov, V.D. 1942. Étude des lacs du Parc des Laurentides, 1938-1941. Département des Pêcheries, Québec, 75 p.

Wetzel, R.G. 1983. Limnology. Second Edition, Saunders College Publishing. New York. 767 p.

Wheeler, J.P. 1977. Aspects of the biology of the brook trout, Salvelinus fontinalis (Mitchill) 1815, in the Valley River, Labrador. J. Fish. Res. Bd. Canada (Fisheries & Marine Service, Manuscript) report #1425. 19 p.

Wydoski, R.S. et E.L. Cooper. 1966. Maturation and Fecundity of Brook Trout from Infertile Streams. J. Fish. Res. Bd. Canada 23: 623-642.

ANNEXES

Annexe 1: Calendrier d'échantillonnage (automne 1982).

Date	Type de travail
31 août	Localisation des frayères
3, 8 et 14 septembre	Surveillance et observations générales
17 septembre	Début du frai Capture de géniteurs Observation
19, 21 et 23 septembre	Observation de l'activité de frai Prélèvements de substrat sur les frayères
24, 25, 27, 28 et 29 septembre	Observation de l'activité de frai Capture de géniteurs
30 septembre	Observation de l'activité de frai
1 octobre	Observation de l'activité de frai Capture de géniteurs
3, 5, 7, 9, 12 et 15 octobre	Observation de l'activité de frai Prélèvement de substrat sur les frayères Fin de la période de frai

Annexe 2: Résultats de la pêche (automne 1982).

Date	Type d'engin	Effort de pêche	Rendement prise/h
23 au 25 septembre 27 au 29 septembre	Verveux #1	99 heures	0.07
27 septembre au 1er octobre	Verveux #2	93 heures	1.11
17, 24, 25, 27, 28 et 29 septembre	Filet maillant	2.5 heures	20.8
17 septembre	Seine (extrémité du lac)	1,500 m^2	15 individus de l'année

Annexe 3: Stades de maturation des gonades (d'après Nicholski, 1930).

I IMMATURE	Jeunes individus qui ne sont pas encore engagés dans la reproduction. Gonades de très petites tailles.
II EN REPOS	Les produits sexuels n'ont pas commencé à se développer. Les gonades sont de très petites tailles; les oeufs ne peuvent être distingués à l'oeil nu.
III EN MATURATION	Les oeufs sont distingués à l'oeil nu; une croissance très rapide en poids des gonades est en cours. La couleur des testicules change de transparent à rose pâle.
IV MATURE	Les produits sexuels sont prêts. Les gonades sont à leur maximum, mais il n'y a pas d'écoulement des produits sexuels quand une faible pression est appliquée.
V REPRODUCTION	Les produits sexuels sont extraits avec une faible pression sur le ventre. Le poids des gonades décroit rapidement du début à la fin du frai.
VI CONDITION D'ÉPUISEMENT	Les produits sexuels ont été libérés; inflammation autour de l'ouverture génitale. Les gonades ont l'apparence de sacs dégonflés. Les ovaires contiennent généralement quelques oeufs et les testicules du sperme résiduel.
VII REPOS	Les produits sexuels ont été libérés; l'inflammation autour de l'ouverture génitale diminue; gonades de très petites tailles, les oeufs ne sont pas distingués à l'oeil nu.

Annexe 4: Mesures des poissons capturés à l'automne 1982.

NO	LONGUEUR mm		POIDS (g)	SEXE	GONADES			CHAIR	ÂGE
	T	F			POIDS	# OEUFS	DIAM-OEUFS		
1	280	272	154	F	21.32	291	4.20	-	3+
2	271	262	152	F	20.51	368	4.20	-	2+
3	213	203	92	M	1.30	-	-	-	2+
4	254	245	170	M	3.66	-	-	-	3+
6	250	241	135	M	1.46	-	-	-	3+
7	201	194	64	F	7.16	159*	-	-	2+
8	181	173	50	M	0.58	-	-	A	2+
9	170	161	42	M	1.20	-	-	A	-
10	261	250	146	M	1.95	-	-	A	3+
11	182	171	54	M	0.81	-	-	A	3+
12	285	269	190	M	2.22	-	-	A	4+
13	217	189	92	M	1.95	-	-	B	2+
14	265	255	172	F	15.10	281	4.10	B	3+
15	221	211	96	F	6.93	125*	-	B	2+
16	236	222	110	F	9.50	284	3.22	B	3+
17	285	275	198	F	30.62	529	3.95	C	3+
18	219	208	98	F	12.51	269	3.75	C	2+
19	280	266	184	F	21.80	499	3.75	C	3+
20	235	226	102	-**	-	-	-	C	2+
21	228	219	106	F	14.67	332	3.75	D	2+
22	209	198	78	M	1.22	-	-	D	2+
23	280	278	176	F	18.23	337	3.90	D	4+
24	246	232	130	M	-	-	-	D	3+
25	276	264	174	F	20.41	332	4.13	E	3+
26	159	151	38	M	0.52	-	-	E	2+
27	314	295	264	M	4.19	-	-	E	3+
28	261	250	150	F	19.40	315	4.05	E	3+
29	256	247	152	M	2.00	-	-	F	4+
30	274	261	180	M	2.90	-	-	F	5+
31	218	207	90	M	1.30	-	-	F	2+
32	179	171	54	M	1.00	-	-	G	1+
33	155	147	38	M	0.50	-	-	G	1+
34	284	271	188	M	3.40	-	-	G	3+
35	209	197	84	M	1.20	-	-	G	2+
36	175	166	50	M	0.40	-	-	G	1+
37	195	189	78	F	11.37	251	3.65	G	2+
38	262	249	166	F	-	-*	-	H	2+
39	244	235	138	F	19.50	322	4.15	H	2+
40	215	211	99	F	12.08	222	3.98	H	3+

Annexe 4: (suite).

NO	LONGUEUR mm		POIDS (g)	SEXE	GONADES			CHAIR	ÂGE
	T	F			POIDS	# OEUFS	DIAM-OEUFS		
41	268	258	176	F	21.30	338	4.10	H	3+
42	257	247	154	F	18.45	315	4.13	I	3+
43	237	231	122	F	17.24	348	4.03	I	3+
44	260	252	184	F	17.98	289	3.88	I	3+
45	213	200	98	M	0.68	-	-	J	2+
46	240	228	124	M	1.74	-	-	J	3+
47	258	250	160	F	14.18	313	4.28	J	3+
48	143	137	26	M	0.21	-	-	J	1+
49	176	169	52	M	0.77	-	-	J	1+
50	175	165	48	M	0.49	-	-	K	2+
51	215	206	85	F	9.39	194	3.98	K	1+
52	170	164	44	M	0.85	-	-	K	1+
53	206	197	84	F	9.26	161	4.00	K	2+
54	225	216	111	F	13.18	258	3.80	K	2+
55	226	218	110	F	15.14	284	4.09	K	2+
56	196	189	64	F	3.80	76*	3.88	L	2+
58	187	176	51	M	0.57	-	-	L	2+
62	230	219	102	M	0.87	-	-	L	2+
63	250	238	130	F	14.96	245	3.95	L	3+
64	260	250	154	M	2.14	-	-	L	3+
68	222	210	102	M	-	-	-	-	-
69	228	219	110	M	-	-	-	-	-
70	232	225	112	F	-	-	-	-	-
71	271	262	148	F	-	-	-	-	-
72	224	214	94	M	-	-	-	-	-
73	239	230	130	M	-	-	-	-	-
74	213	206	82	M	-	-	-	-	-
75	242	231	130	M	-	-	-	-	-
76	246	239	129	F	-	-	-	-	-
77	215	209	96	F	-	-	-	-	-
78	166	159	45	M	-	-	-	-	-
79	183	176	52	M	-	-	-	-	-
80	219	210	92	F	-	-	-	-	-
81	172	165	42	M	-	-	-	-	-
82	169	163	41	M	-	-	-	-	-
83	231	222	108	F	-	-	-	-	-
84	176	167	44	M	-	-	-	-	-
88	213	205	88	M	-	-	-	-	-
89	293	282	204	F	19.53	332	4.05	-	4+

* Ces mesures ne sont pas utilisées dans le calcul du taux de fécondité (no: 7, 15, 38, 56)
** L'individu numéro 20 est exclu de la relation longueur-poids.

Annexe 5: Résultats de pêche (été 1983).

Date	Verveux	Effort (heures)	Nombre de prises Non-marqués	Marqués	Rendement (prise/h)
83/07/13*	1	25.33	26	-	1.03
83/07/13	2	24.67	22	-	0.89
83/07/13	3	24.67	36	-	1.46
83/07/13	4	22.83	61	-	2.67
83/07/14*	1	20.42	22	-	1.08
83/07/14	2	20.33	8	-	0.39
83/07/14	3	21.58	42	-	1.95
83/07/14	4	21.25	46	-	2.16
83/07/15*	1	21.42	29	-	1.35
83/07/15	2	21.17	12	-	0.57
83/07/15	3	21.25	3	-	0.14
83/07/15	4	21.33	17	-	0.80
83/07/19**	1	22.42	24	-	1.07
83/07/19	2	23.50	40	-	1.70
83/07/19	3	21.75	0	-	0
83/07/19	4	20.75	27	-	1.30
83/07/20	1	20.17	12	2	0.69
83/07/20	2	20.58	3	0	0.15
83/07/20	3	22.00	14	1	0.68
83/07/20	4	22.42	15	3	0.80
83/07/21	1	20.25	14	0	0.69
83/07/21	2	20.75	10	0	0.48
83/07/21	3	21.42	30	5	1.63
83/07/21	4	20.50	12	1	0.63
83/07/22	1	23.00	8	0	0.35
83/07/22	2	23.50	13	0	0.55
83/07/22	3	21.33	6	3	0.42
83/07/22	4	21.00	22	3	1.19
83/07/26	1	19.83	28	3	1.56
83/07/26	2	20.92	32	6	1.82
83/07/26	3	21.75	8	1	0.41
83/07/26	4	23.08	10	2	0.52

Annexe 5: (suite).

Date	Verveux	Effort (heures)	Nombre de prises Non-marqués	Marqués	Rendement (prise/h)
83/07/27	1	21.67	8	1	0.42
83/07/27	2	22.00	15	2	0.77
83/07/27	3	20.42	5	1	0.29
83/07/27	4	20.08	3	0	0.14
83/07/28	1	20.75	20	1	1.01
83/07/28	2	21.83	3	0	0.14
83/07/28	3	22.92	12	1	0.57
83/07/28	4	23.33	29	4	1.41
83/07/29	1	19.33	5	2	0.36
83/07/29	2	19.58	16	5	1.07
83/07/29	3	19.92	1	0	0.05
83/07/29	4	20.00	6	2	0.40

* Période d'essai sans marquage où la position des verveux correspond à celle illustrée à la figure 3 pour le 19 et le 20 juillet

** Début du marquage

Annexe 6: Mesures des poissons capturés à l'été 1983.

NUMÉRO		RECAPTURE	LONGUEUR (mm)		POIDS (g)	ÂGE
POISSON	VERVEUX		FOURCHE	TOTALE		
1	4		150	159	34	1+
2	4		168	176	50	2+
3	4		198	208	80	2+
4	4		244	255	148	4+
5	4		250	264	150	4+
6	4		205	216	92	3+
7	4		206	220	86	2+
8	4		198	207	76	2+
9	4		220	230	110	2+
10	4		185	187	64	2+
11	4		215	223	100	2+
12	4		245	253	136	3+
13	4		242	252	150	3+
14	4		196	204	78	2+
15	4		210	220	96	3+
16	4		257	265	146	3+
17	4		205	215	88	2+
18	4		205	216	100	3+
19	4		225	235	114	2+
20	4		205	218	90	2+
21	4		200	211	88	2+
22	4		146	152	34	1+
23	4		224	234	118	2+
24	4		196	207	76	2+
25	4		163	170	48	2+
26	4		135	142	26	1+
27	4		194	205	76	2+
28	1		255	266	152	4+
29	1		192	202	70	2+
30	1		224	235	110	3+
31	1		196	206	92	2+
32	1		233	240	130	3+
33	1		252	262	156	3+
34	1		135	143	24	1+
35	1		233	240	122	3+
36	1		239	248	130	3+
37	1		195	205	88	2+
38	1		176	185	58	2+
39	1		212	222	94	3+

Annexe 6: (suite).

NUMÉRO		RECAPTURE	LONGUEUR (mm)		POIDS (g)	ÂGE
POISSON	VERVEUX		FOURCHE	TOTALE		
40	1		220	227	100	3+
41	1		202	212	82	2+
42	1		195	205	76	2+
43	1		205	213	86	3+
44	1		148	155	34	2+
45	1		113	117	14	1+
46	1		186	201	70	2+
47	1		133	139	24	1+
48	1		120	125	18	1+
49	1		133	139	24	1+
50	1		121	126	20	1+
51	1		115	122	16	1+
52	2		258	266	166	4+
53	2		204	214	88	2+
54	2		211	224	100	3+
55	2		216	222	98	2+
56	2		226	235	120	3+
57	2		235	246	136	3+
58	2		228	241	124	3+
59	2		250	265	145	3+
60	2		233	245	138	3+
61	2		227	239	118	3+
62	2		228	241	110	3+
63	2		210	221	98	3+
64	2		254	263	140	3+
65	2		204	213	84	2+
66	2		198	208	88	2+
67	2		202	215	94	2+
68	2		220	232	102	3+
69	2		255	266	160	3+
70	2		150	157	36	2+
71	2		230	240	124	3+
72	2		211	218	100	3+
73	2		236	247	128	3+
74	2		193	201	72	2+
75	2		211	222	98	2+
76	2		187	202	66	2+
77	2		196	205	72	2+
78	2		204	214	94	2+

Annexe 6: (suite).

NUMÉRO		RECAPTURE	LONGUEUR (mm)		POIDS (g)	ÂGE
POISSON	VERVEUX		FOURCHE	TOTALE		
79	2		201	213	74	2+
80	2		225	236	110	3+
81	2		208	217	90	2+
82	2		185	196	62	2+
83	2		133	138	24	1+
84	2		186	196	66	2+
85	2		130	137	22	1+
86	2		151	161	38	1+
87	2		155	163	40	1+
88	2		153	160	36	1+
89	2		134	139	24	1+
90	2		138	143	26	1+
91	2		144	151	30	1+
92	4		273	281	182	4+
93	4	X	-	-	-	-
94	4		234	243	124	3+
95	4		198	206	84	2+
96	4		195	204	78	2+
97	4		218	230	110	3+
98	4		227	237	118	3+
99	4		197	204	80	2+
100	4		238	250	146	3+
101	4		234	251	132	3+
102	4		142	150	34	2+
103	4	X	-	-	-	-
104	4		270	278	152	3+
105	4		116	121	18	-
106	4		134	141	27	-
107	4		188	198	68	2+
108	4	X	204	213	-	-
109	4		194	208	72	2+
110	3		197	207	78	2+
111	3		192	199	72	2+
112	3	X	-	-	-	-
113	3		245	249	126	3+
114	3		206	217	94	-
115	3		205	217	90	2+
116	3		224	232	121	3+
117	3		113	126	12	1+

Annexe 6: (suite).

NUMÉRO		RECAPTURE	LONGUEUR (mm)		POIDS (g)	ÂGE
POISSON	VERVEUX		FOURCHE	TOTALE		
118	3		196	200	74	2+
119	3		153	161	34	1+
120	3		190	200	68	2+
121	3		206	210	82	2+
122	3		255	269	154	3+
123	3		211	221	98	3+
124	3		232	246	132	3+
125	1	X	233	242	128	-
126	1		217	226	105	3+
127	1		237	249	152	-
128	1		191	198	76	3+
129	1		240	250	129	3+
130	1		136	143	25	1+
131	1		212	219	88	2+
132	1	X	263	272	150	-
133	1		219	229	103	3+
134	1		214	223	106	3+
135	1		234	245	143	3+
136	1		255	265	150	3+
137	1		229	239	122	-
138	1		119	123	18	1+
139	2		127	139	22	1+
140	2		134	142	24	1+
141	2		251	258	142	4+
142	1		234	242	126	3+
143	1		213	223	98	3+
144	1		224	233	113	3+
145	1		219	229	106	-
146	1		215	224	101	3+
147	1		215	225	97	2+
148	1		243	249	148	3+
149	1		247	255	160	3+
150	1		211	220	91	2+
151	1		214	225	102	2+
152	1		214	225	98	3+
153	1		199	206	87	2+
154	1		211	220	97	2+
155	1		191	199	72	2+
156	2		232	240	110	3+

Annexe 6: (suite).

NUMÉRO		RECAPTURE	LONGUEUR (mm)		POIDS (g)	ÂGE
POISSON	VERVEUX		FOURCHE	TOTALE		
157	2		216	224	104	3+
158	2		255	267	162	4+
159	2		268	275	174	4+
160	2		250	258	152	3+
161	2		187	196	74	2+
162	2		250	259	160	-
163	2		201	210	90	2+
164	2		217	226	97	3+
165	2		236	245	115	3+
166	4		216	223	104	3+
167	4		219	227	96	3+
168	4		211	225	96	2+
169	4		240	250	130	-
170	4		265	273	172	4+
171	4		178	188	58	2+
172	4		225	234	118	3+
173	4		240	251	128	3+
174	4		193	203	73	2+
175	4		145	151	32	1+
176	4	X	-	-	-	-
177	4		204	215	90	2+
178	4		272	281	170	4+
179	3	X	258	267	144	-
180	3	X	-	-	-	-
181	3		226	235	114	
182	3		240	253	144	3+
183	3		184	193	66	2+
184	3		197	210	76	2+
185	3		248	256	142	3+
186	3		225	234	130	3+
187	3	X	259	271	176	-
188	3		230	238	118	3+
189	3		195	205	80	2+
190	3		188	196	80	2+
191	3		252	262	158	3+
192	3		200	212	84	2+
193	3		210	220	98	2+
194	3		175	182	64	2+
195	3		236	245	132	3+

Annexe 6: (suite).

NUMÉRO		RECAPTURE	LONGUEUR (mm)		POIDS (g)	ÂGE
POISSON	VERVEUX		FOURCHE	TOTALE		
196	3		240	251	140	3+
197	3		197	207	80	2+
198	3		194	205	76	2+
199	3		232	241	128	3+
200	3		290	304	200	5+
201	3		202	214	88	3+
202	3		248	257	146	-
203	3		231	240	120	3+
204	3		197	206	84	2+
205	3		235	246	128	3+
206	3		219	230	112	3+
207	3		225	237	118	3+
208	3		224	233	110	3+
209	3		144	150	-	-
210	3		115	121	14	1+
211	3		205	221	92	2+
212	3		165	172	48	2+
213	3		176	188	56	2+
214	1		204	218	90	2+
215	1		231	241	114	3+
216	1		229	240	117	3+
217	1		200	207	88	2+
218	1		208	218	88	3+
219	1		196	204	72	2+
220	1		191	202	74	2+
221	1		227	237	118	2+
222	2		230	238	122	3+
223	2		200	209	80	2+
224	2		201	212	84	2+
225	2		201	212	86	2+
226	2		186	198	71	2+
227	2		211	223	98	3+
228	2		222	235	124	3+
229	2		196	207	75	3+
230	2		190	202	76	2+
231	2		206	217	94	3+
232	2		254	261	158	3+
233	2		209	219	90	2+
234	2		155	165	41	2+

Annexe 6: (suite).

NUMÉRO		RECAPTURE	LONGUEUR (mm)		POIDS (g)	ÂGE
POISSON	VERVEUX		FOURCHE	TOTALE		
235	3		230	241	119	3+
236	3		162	170	46	2+
237	3		256	266	162	4+
238	3	X	-	-	-	-
239	3		122	133	110	3+
240	3		146	160	143	-
241	3	X	-	-	-	-
242	3	X	-	-	-	-
243	3		177	191	200	4+
244	4	X	-	-	-	-
245	4		247	260	138	-
246	4		235	245	131	3+
247	4		210	233	108	3+
248	4		268	288	296	5+
249	4		238	250	135	3+
250	4	X	-	-	-	-
251	4		192	204	88	2+
252	4		177	190	61	2+
253	4	X	-	-	-	-
254	4		209	222	96	3+
255	4		250	258	138	3+
256	4		214	231	100	3+
257	4		242	249	139	3+
258	4		124	129	22	1+
259	4		257	271	180	4+
260	4		204	209	88	2+
261	4		235	250	160	2+
262	4		164	173	49	2+
263	4		218	230	116	3+
264	4		139	145	32	1+
265	4		233	244	125	3+
266	4		200	210	40	2+
267	4		203	219	90	2+
268	4		215	230	100	3+
269	1		209	215	92	2+
270	1		205	216	94	2+
271	1		169	178	52	1+
272	1		184	193	70	2+
273	1		209	221	116	3+

Annexe 6: (suite).

NUMÉRO		RECAPTURE	LONGUEUR (mm)		POIDS (g)	ÂGE
POISSON	VERVEUX		FOURCHE	TOTALE		
274	1		249	255	148	3+
275	1		219	227	110	-
276	1		165	174	52	-
277	1		198	205	66	2+
278	1		195	208	76	2+
279	1		238	249	138	3+
280	1		202	210	97	2+
281	1		242	252	150	2+
282	1		195	200	76	2+
283	1		198	206	82	2+
284	1		137	142	32	1+
285	1		240	247	136	3+
286	1	X	203	210	86	-
287	1		186	195	76	2+
288	1	X	195	204	78	-
289	1		216	227	112	3+
290	1		224	231	110	3+
291	1		190	198	78	2+
292	1		210	218	112	3+
293	1		167	174	56	2+
294	1		296	310	230	4+
295	1		232	239	136	3+
296	1		237	245	140	-
297	1		232	240	118	3+
298	1	X	165	173	53	-
299	1		136	141	30	1+
300	2		185	192	76	2+
301	2		189	197	72	2+
302	2		345	355	330	5+
303	2		105	110	17	1+
304	2	X	210	221	94	-
305	2	X	-	-	-	-
306	2	X	-	-	-	-
307	2		211	223	104	3+
308	2		212	222	108	3+
309	2		265	276	186	4+
310	2		205	215	94	3+
311	2		170	175	52	2+
312	2	X	205	213	96	-

Annexe 6: (suite).

NUMÉRO		RECAPTURE	LONGUEUR (mm)		POIDS (g)	ÂGE
POISSON	VERVEUX		FOURCHE	TOTALE		
313	2		227	239	130	3+
3,4	2		213	224	102	2+
315	2		212	222	90	2+
316	2		238	247	142	3+
317	2		210	221	110	2+
318	2		212	222	107	3+
319	2	X	-	-	-	-
320	2		225	236	106	3+
321	2		227	235	112	3+
322	2		246	256	162	3+
323	2		252	261	173	4+
324	2		207	215	94	2+
325	2		256	265	176	3+
326	2		242	250	148	3+
327	2		228	236	124	3+
328	2		227	233	126	3+
329	2		127	132	27	1+
330	2		231	239	132	3+
331	2		225	236	118	3+
332	2		209	217	97	2+
333	2	X	255	265	177	-
334	2		198	204	84	1+
335	2		195	204	85	2+
336	2		185	193	70	2+
337	2		126	132	26	1+
338	3	X	-	-	-	-
339	3		150	156	42	1+
340	3		205	216	96	2+
341	3		248	256	140	3+
342	3		140	145	32	1+
343	3		128	134	25	1+
344	3		236	246	148	3+
345	3		225	233	118	-
346	3		219	227	108	-
347	4		234	242	110	2+
348	4		223	230	120	3+
349	4		140	150	33	1+
350	4	X	-	-	-	-
351	4		245	252	144	3+

Annexe 6: (suite).

NUMÉRO		RECAPTURE	LONGUEUR (mm)		POIDS (g)	ÂGE
POISSON	VERVEUX		FOURCHE	TOTALE		
352	4		142	147	35	1+
353	4		196	204	94	2+
354	4		210	220	100	-
355	4		162	167	52	2+
356	4		214	225	110	3+
357	4		144	149	31	1+
358	4	X	-	-	-	-
359	1		206	220	80	2+
360	1	X	-	-	-	-
361	1		144	150	30	2+
362	1		185	192	60	2+
363	1		231	242	116	3+
364	1		250	257	130	3+
365	1		190	197	68	2+
366	1		232	241	136	-
367	1		268	275	178	-
368	2	X	-	-	-	-
369	2		255	261	148	4+
370	2		214	222	94	3+
371	2		226	236	130	3+
372	2		247	254	142	3+
373	2	X	-	-	-	-
374	2		228	237	124	3+
375	2		205	213	84	2+
376	2		215	222	98	2+
377	2		134	138	22	1+
378	2		185	191	67	2+
379	2		245	254	140	3+
380	2		204	211	90	2+
381	2		185	190	66	2+
382	2		200	209	81	2+
383	2		215	222	108	3+
384	2		205	216	86	2+
385	4		195	198	83	2+
386	4		246	254	148	3+
387	4		166	173	44	2+
388	3		192	201	68	2+
389	3		204	211	95	2+
390	3		135	139	26	1+

Annexe 6: (suite).

NUMÉRO		RECAPTURE	LONGUEUR (mm)		POIDS (g)	ÂGE
POISSON	VERVEUX		FOURCHE	TOTALE		
391	3	X	-	-	-	-
392	3		250	260	153	4+
393	3		239	248	132	3+
394	1		238	247	154	3+
395	1		245	252	144	3+
396	1		189	195	82	2+
397	1		197	206	92	2+
398	1	X	-	-	-	-
399	1		203	213	98	3+
400	1		208	221	98	3+
401	1		237	248	114	3+
402	1		214	225	211	3+
403	1		254	265	162	4+
404	1		239	249	142	3+
405	1		216	226	108	3+
406	1		236	246	136	3+
407	1		230	240	126	2+
408	1		248	259	157	4+
409	1		221	233	116	3+
410	1		246	256	172	4+
411	1		206	217	98	3+
412	1		193	204	76	2+
413	1		201	210	84	3+
414	1		206	218	98	-
415	2		210	217	101	3+
416	2		185	196	78	-
417	2		196	208	81	2+
418	3		207	211	84	2+
419	3		228	234	124	-
420	3		237	241	134	3+
421	3		225	231	104	3+
422	3		225	234	107	3+
423	3		200	204	76	-
424	3	X	-	-	-	-
425	3		257	266	166	4+
426	3		224	233	124	3+
427	3		240	253	135	3+
428	3		232	242	134	3+
429	3		238	250	139	3+

Annexe 6: (suite).

NUMÉRO		RECAPTURE	LONGUEUR (mm)		POIDS (g)	ÂGE
POISSON	VERVEUX		FOURCHE	TOTALE		
430	3		174	180	56	2+
431	4	X	-	-	-	-
432	4		257	270	183	4+
433	4		206	216	103	2+
434	4		158	165	44	2+
435	4		246	258	154	3+
436	4		213	221	96	3+
437	4		200	210	88	-
438	4		248	258	168	-
439	4	X	-	-	-	-
440	4		130	136	26	1+
441	4		190	201	72	2+
442	4		209	217	102	2+
443	4		205	215	92	2+
444	4	X	-	-	-	-
445	4		199	206	84	2+
446	4		228	242	124	3+
447	4		231	243	132	-
448	4		251	262	164	4+
449	4		198	205	80	2+
450	4		129	135	27	1+
451	4		234	246	134	3+
452	4		253	266	164	4+
453	4		248	259	158	-
454	4		233	242	134	3+
455	4		238	250	142	3+
456	4		190	199	80	2+
457	4	X	-	-	-	-
458	4		245	255	142	-
459	4		263	274	168	4+
460	4		224	234	118	-
461	4		190	200	72	2+
462	4		144	151	34	1+
463	4		224	233	128	3+
464	1	X	241	249	-	-
465	1	X	-	-	-	-
466	1		225	232	128	3+
467	1		220	229	118	3+
468	1		221	227	115	3+

Annexe 6: (suite).

NUMÉRO		RECAPTURE	LONGUEUR (mm)		POIDS (g)	ÂGE
POISSON	VERVEUX		FOURCHE	TOTALE		
469	1		187	193	74	2+
470	1		254	265	160	4+
471	2		-	-	-	-
472	2	X	182	188	68	2+
473	2		264	270	162	3+
474	2		205	213	86	3+
475	2		236	244	144	-
476	2	X	-	-	-	-
477	2		193	202	76	2+
478	2	X	-	-	-	-
479	2		215	222	102	2+
480	2		188	193	72	2+
481	2		216	225	110	3+
482	2		118	125	18	1+
483	2	X	-	-	-	-
484	2		216	226	112	2+
485	2		186	192	68	-
486	2		209	216	92	2+
487	2	X	-	-	-	-
488	2		176	182	60	2+
489	2		191	198	76	2+
490	2		204	209	93	2+
491	2		193	198	78	2+
492	4	X	-	-	-	-
493	4		195	202	81	2+
494	4		210	217	114	2+
495	4		243	252	144	4+
496	4		202	210	84	2+
497	4		144	152	33	1+
498	4		240	247	144	3+
499	4	X	-	-	-	-
500	3		259	266	183	3+

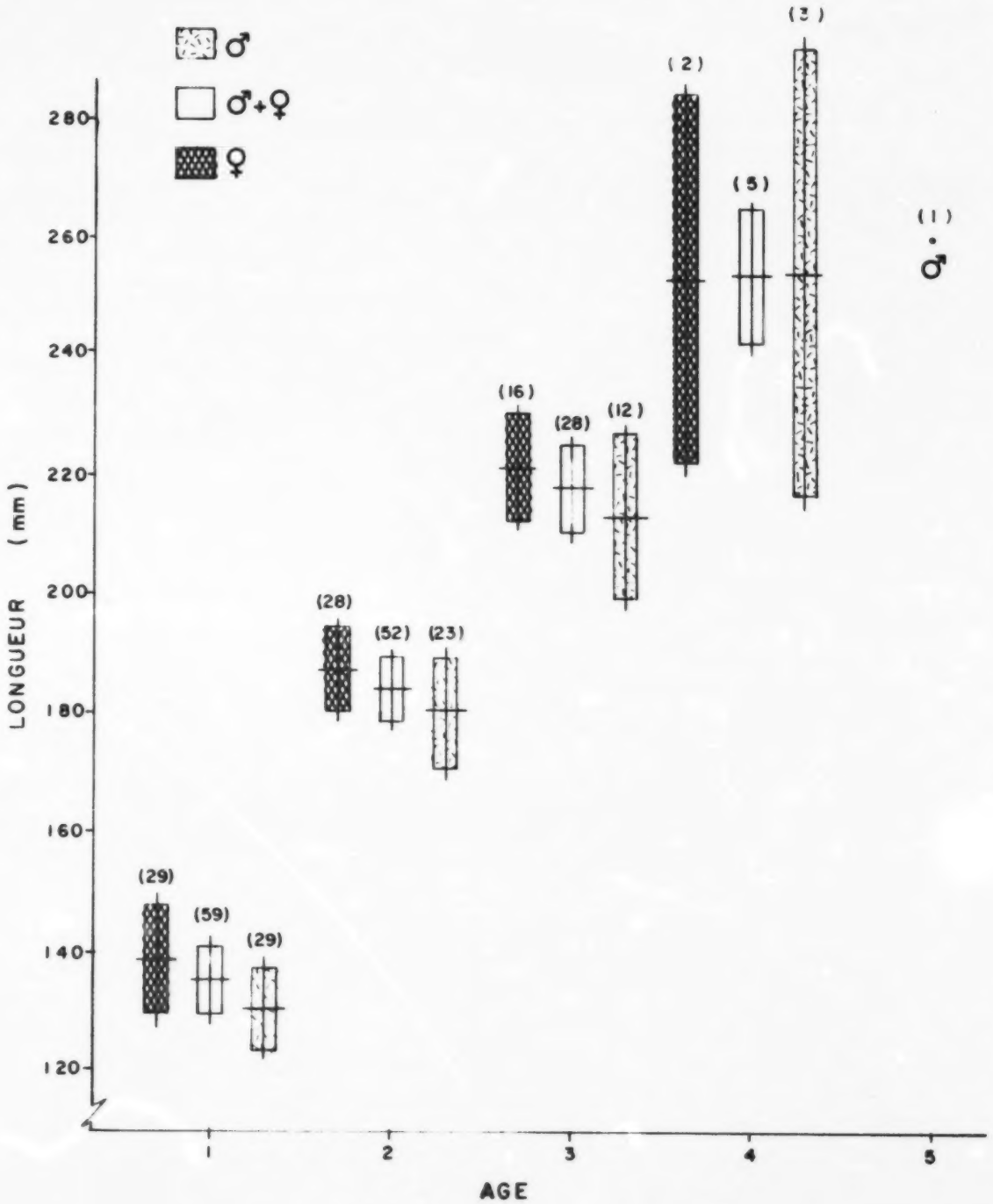
Annexe 7: Rétrocalcul de la longueur moyenne à la fourche chez les mâles capturés à l'automne 1982 (écart-type).

Âge (à la capture)	N	LF (à la capture) mm	LF (rétrocalcul) mm 1	2	3	4	5
5+	1	261 --	161.6 --	221.1 --	239.6 --	257.7 --	259.4 --
4+	2	258 (15.6)	161.2 (29.8)	191.4 (42.1)	223.9 (30.9)	251.6 (17.0)	
3+	9	242.6 (33.7)	125.4 (18.0)	178.2 (18.4)	208.1 (19.9)		
2+	11	188.9 (20.4)	129.7 (12.2)	177.1 (15.9)			
1+	6	159.0 (13.7)	123.6 (9.1)				
			130.4 (17.7) n= 29	180.7 (20.3) n= 23	213.4 (21.9) n= 12	253.6 (12.5) n= 3	259.4 -- n= 1

Annexe 8: Rétrocalcul de la longueur moyenne à la fourche chez les femelles capturées à l'automne 1982 (écart-type).

Âge (à la capture)	N	LF (à la capture) mm	LF (rétrocalcul) mm 1	2	3	4
4+	2	280 (2.8)	164.0 (44.5)	205.0 (22.8)	236.6 (4.3)	254.7 (4.2)
3+	14	249.4 (18.6)	140.5 (24.2)	189.1 (18.5)	219.5 (16.9)	
2+	12	215.6 (23.3)	133.3 (21.9)	182.5 (16.7)		
1+	1	206	132.6 --			
			138.8 (24.3) n= 29	187.4 (18.2) n= 28	221.7 (16.8) n= 16	254.7 (4.2) n= 2

Annexe 9: Rétrocalcul de la longueur moyenne à la fourche chez tous les individus capturés à l'automne 1982 (écart-type).

Age (à la capture)	N	LF (à la capture) mm	LF (rétrocalcul) mm 1	2	3	4	5
5+	1	261 --	161.6 --	221.1 --	239.6 --	257.7 --	259.4 --
4+	4	269.0 (15.7)	162.6 (30.9)	198.2 (28.7)	230.2 (19.4)	253.2 (10.3)	
3+	23	246.7 (25.05)	134.6 (22.8)	184.8 (18.8)	215.1 (18.6)		
2+	23	202.8 (25.8)	132.8 (18.3)	180.0 (15.8)			
1+	7	165.7 (21.7)	124.9 (8.9)				
			135.1 (21.6) n= 59	184.3 (19.1) n= 52	218.1 (19.2) n= 28	254.1 (9.1) n= 5	259.4 -- n= 1

Annexe 10: Courbes de croissance établies à partir des rétrocalculs pour les individus capturés à l'automne 1982